ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十卷　　第二期

目　次

中耕機附掛式再生稻割樁機之研製 …………賴吉雄　陳志昇　楊清祥　劉大江…115
玉米各生育期所吸收氮素之行動與子實生產之關係 ……………連　深　張庚鵬…123
牽引式落花生聯合收穫機之研製試驗 ……………………陳加忠　陸龍虎　周廷弘…133
落花生平衡相對濕度物性之研究 ………………………陳加忠　曹之祖　賴建洲…145
豬糞堆肥自動翻堆機之開發 ………………………………………………譚奇才…161
薑花組織培養之大量繁殖……………………………許家言　葉常青　蔡新聲…171
馬鈴薯品系之區域試驗 ………………………曹幸之　陳培昌　李碩朋　劉慧卿…178
蔬果農藥殘毒快速檢驗技術之研究（英文） …………邱紀松　高靜華　鄭　允…188
絲瓜害蟲及其他有害動物種類及季節消長 ……………溫宏治　呂鳳鳴　郝秀花…204
秈稻雜種品系區域適應性試驗 ………………………………陳正昌等十一人…209
檸檬之多胚性及雜交苗之鑑定 ……………………………………………黃阿賢…225
短期高溫處理對水稻氣孔表現之效應
　I. 營養生長時期（英文） ……………………………楊純明　J. L. Heilman…233
　II. 穀粒充實期（英文） ………………………………楊純明　J. L. Heilman…243

中華民國八十年六月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中耕機附掛式再生稻割樁機之研製[1]

賴吉雄　陳志昇　楊清祥　劉大江[2]

摘要：再生稻栽培需於再生芽長至20cm時自土表3～5cm處行割樁處理，以提高再生稻之產量與米質；唯目前尙無高效率割樁機械可資應用，亟待研製開發，以因應再生稻栽培面積快速增加之迫切需要。本研究將中耕管理機之耕耘部份卸除，附掛往復式割樁裝置，並完成其動力傳動裝置，以做爲水稻再生栽培時再生芽及前期作稻樁割除之作業機械。其割樁裝置係利用以捆紮刈取機所改裝雛型機之機構原理研製而成，主要機構爲機架及割刀，其割刀之割斷速度比爲1.2～1.7，處理後之漏割比率爲1.1%；行走部則將中耕機之輪距加寬，並於左右各增一車輪；動力傳動裝置係由皮帶輪、皮帶、曲柄傳動軸、拉桿及割刀傳動臂等組成，其曲柄作業迴轉數爲550～600rpm。田間試驗結果本機割樁作業能量爲3.45hr/ha，較現行以背負式割草機作業約快5.0倍，且操作簡便省力。本機對中耕機原有功能均予保留，得隨時裝回其耕耘部以恢復其原有作業功能，使能一機數用，甚具經濟性。

關鍵詞：水稻、再生、產量、米質、成本分析、機械作業、生育期

在第一期作水稻收穫後至第二期水稻播種、整地及插秧期間，爲水稻慣行栽培制度下之高峰農忙期，近年來由於農村勞力外流及務農人口老化，在此一尖峰農忙期之農村勞力極爲缺乏；再生稻因能免除播種、整地及插秧等繁重工作，栽培面積因而大幅增加，依據臺灣省政府農林廳未發表之調查資料，民國78年水稻再生栽培面積已達15,321ha，並有繼續增多之趨勢。栽培再生稻時必須於再生芽伸長20cm時，自土表3～5cm處連同前期稻樁予以割除，以延長營養生長時間，促使稻株個體間之生育整齊，除能提高產量外，並因抽穗時間較爲整齊，對稻米品質亦有助益(2)。

現行再生稻割樁方法係以背負式割草機爲之，由於效率不高，且操作辛苦，僱工割樁極爲不易，生產成本亦大幅提高，部份農民因此不採割樁處理，致使產量與品質偏低，亟待加以改進。臺灣省政府農林廳第三十五屆農業試驗評議會並做成「對於再生稻之栽培，希望開發出一套機械割樁技術，以節省生產成本並避免米質下降」之決議。本所於民國76年曾研發附掛於曳引機之鍾刀式割草機，應用於再生稻割樁處理(4)，在正常天候下之作業效果尙佳，但因機型龐大，於多雨而田面積水且表土鬆軟之情況下，效果則不盡理想，因此繼續研發一適合全天候之快速再生稻割樁機具，於民國78年底開始，首先以捆紮刈取機（binder）改裝爲雛型機，進行設計研製試驗，再依雛型機之割除機構原理研製往復式割樁裝置，將其附掛於中耕機上，並完成傳動機構之設計，第一部中耕機附掛式再生稻割樁機研發於焉完成。經於本所農場及全省各地進行田間試驗，性能優異，具有極高之實用性，對於水稻栽培技術之演進及降低稻農之勞力與成本負擔，或將有所助益。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1563 號，本研究承行政院農業委員會補助（80一農建一7.1糧一20一19）及本所農業工程系梁主任連勝先生與臺南區農業改良場嘉義分場主任莊商路先生諸多協助，謹致謝意。
2. 本所農場管理室副研究員兼主任、助理、助理與農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

研究目的

本研究之目的在研製一部適合全天候及各種田區環境、操作容易且經濟實用之再生稻割樁機器，以解決面積正在擴展中之再生稻割樁作業技術問題。由於再生稻割樁適期正值盛夏季節，天氣不穩，土壤表面水分狀況極不易控制，同時爲維持再生能力，割樁作業過程中應將對水稻母樁及再生芽之傷損減至最低程度。基於上述需求，本研究針對目前水稻再生栽培技術要求，設計符合割除再生芽及母樁作業之快速裝置，並期使整部機具能順利適用於各種天候及土表條件，且不傷損割除後留存稻樁。又鑑於一年兩作之水稻栽培作業流程中，僅需割樁一次，故在設計整部作業機具時，力求動力主體及行走機構具有多用途性，以提高其經濟價值，故本研究將割除裝置以附屬作業機具型態設計，而以輕便容易操作且具多種作業功能之中耕管理機爲動力源，進一步發展動力傳動機構，同時探討整體結構，使之成爲水稻機械化作業體系中之一新機具。

研究方法

一、割除裝置試驗設計

1. 切割原理試驗：將捆紮刈取機（binder）之前處理部、輸送部及捆紮部拆除，保留行駛部與原動機，於割取部改裝機架及換裝聯合收穫機之割刀，以增加割寬，並降低切割高度，製成雛型機，試驗其割樁能力及效果，求取適當之曲柄軸轉數、切割速度比及切割角度等，並探討其機構原理。
2. 割除裝置設計：依據上述雛型機切割原理及試驗結果，並參考機構原理及中耕管理機（以下簡稱中耕機）之性能，設計一屬於附屬作業機具之割除裝置，包括機架、刀座、割刀、各種保護裝置及週邊設施。

二、動力傳動機構設計

設計中耕機耕耘傳動軸至割刀間之傳動裝置。

三、中耕機行走部調整設計

配合水稻行距及於水田作業穩定要求，設計調整輪距及增加車輪。

四、機構設計與整合

包括附掛方式設計、支架前端弧度調整、各種保護裝置設計及平衡調整等。

五、田間試驗

1. 雛型機試驗：除空車操作試驗外，並在本所農場進行田間試驗，邀請各區農業改良場稻作專家共同評定其作業功能。
2. 本機試驗：除在本所農場多處田區試驗外，並配合各區農業改良場或農會所舉辦之觀摩會，分別在高雄旗山、臺南六甲、後壁、嘉義鹿草、南投草屯、宜蘭冬山及臺中龍井、梧棲等地進行田間試驗。

結果與檢討

本機之規劃如圖 1 ，其規格爲全長168cm，全寬149cm，全重120kg。全機包括中耕機原有之動力部份、經研究改裝之行走部份、新設計之割樁裝置、傳動系統、操作控制系統以及其他相關配備。除動力系統未予更動外，其他部份均經分析，妥爲設計，成爲一輕便有效之再生稻割樁機具，並能迅速拆裝以恢復其中耕機原有中耕管理作業功能，甚具經濟性。

一、中耕機之規畫改裝

以中耕機之行走及引擎爲本機主體機構，將其輪軸接管由12cm延長爲29cm，將左右車輪由一輪增

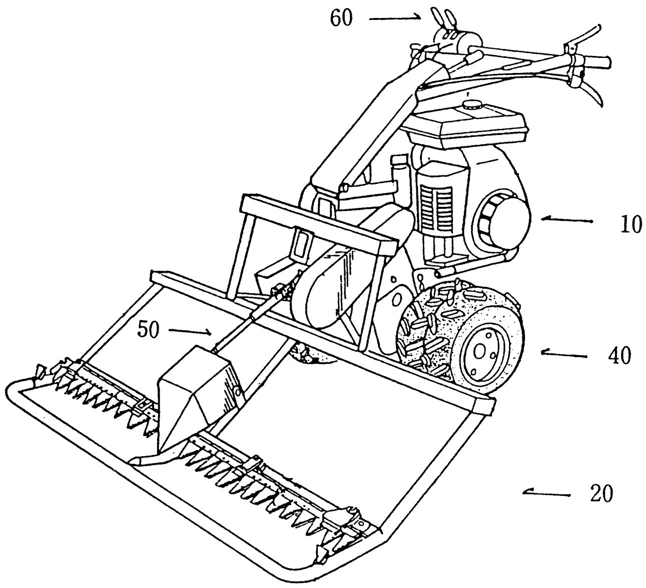


圖 1. 中耕機附掛式再生稻割樁機立體外觀圖，10：動力部份，20：割樁裝置，40：行走部，50：傳動系統，60：操作控制系統。

Fig 1. The paddy stalk-cutting device attached to a cultivator for riceratoon culture. 10 and 50 : engine and power transmission system, 20 : stalk-cutting device, 40 : walking-wheel part, 60 : operating-control system.

爲二輪，使其輪距增爲60cm，輪寬增爲20cm。此一設計使機輪跨越二行稻株，避免稻株受到碾壓，並因增大跨距而提高機體平衡穩定，同時因車輪著地面積增加一倍，大幅增加車輪驅動功能，降低打滑空轉機會，而使本機能在各種田區環境下全天候作業。

二、割樁裝置之設計與研製

割樁裝置之研製係依據雛型機之割除機構作業原理規畫而得，其主要機構組成如下：

1. 機架規劃：機架寬149cm，縱長87cm，以2吋方鐵爲主樑，前以三支1吋直徑圓鐵爲刀座支架，上方設曲柄軸座，後設機架固定盤。其中圓鐵支架前端呈圓弧形上揚，以尖形收端，其底部供作業時之滑行用，前端則用以排除前期作殘存稻草雜物，此一設計使本機作業時割樁高度確於3至5cm 範圍內穩定浮動，進行作業。另於中間圓鐵支架下後方設一行走輔助輪插座（圖 2 及圖 3）。
2. 割刀設計：本機割刀採用聯合收穫機之割刀，長145cm，有效割寬135cm，由承刀（ledger plale）29片及切刀（knife section）28片組成，每片刀鋒均呈鋸齒形，片寬5cm，承刀固定於刀架（cutter bar），切刀則固定於切刀固定桿（knife bar）。切刀固定桿由曲柄傳動臂啓動後做往復運動，其切斷速度比（P/L值）爲1.2～1.7（周，1981），此一比值在再生芽長至20cm左右適時作業時，割切情況極佳。又割刀之角度（tilting）影響亦大，經試驗結果，將本機割刀角度設計爲向前下傾15度（圖 2 及圖 3）。
3. 行走輔助輪設計：爲使本機空車行走方便，將中耕機尾輪做爲行走輔助輪，於行走時插入機架下方插座，進入田間作業時可快速取下；此一設計有助於本機之移動搬運。
4. 割刀安全護架：本機前端刀片鋒利，支架尖銳，應考慮行走或搬運時之人員安全性，故以空心圓鐵做成安全護套，套於支架前端，下田作業時可迅速取下。此一設計不但可保護人員安全，亦可避免刀片於搬運過程中受損。

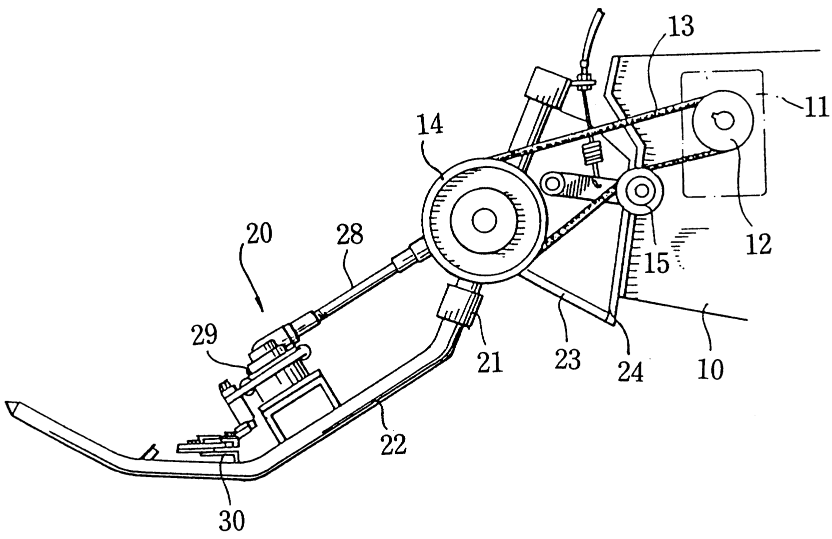


圖 2. 割椿裝置及傳動機構平面組合側視圖，11：變速箱，12：皮帶輪，13：皮帶。14：皮帶輪，15：惰輪，20：割椿裝置，21：主樑，22：刀座支架。23：曲柄軸座，24：固定盤（連接板），28：連桿，29：搖動臂，30：承刀。

Fig 2. Side view of the paddy stalk-cutting mechanism. 11 : gear box, 12 : sheave, 13 : V-belt, 14 : sheave, 15 : idler,20 : stalk-cutting device, 21 : mainbar, 22 : cutter frame, 23 : crank shaft bearing, 24 : fixed plate, 28 : connecting rod, 29 : wobble arm, 30 : ledger plate.

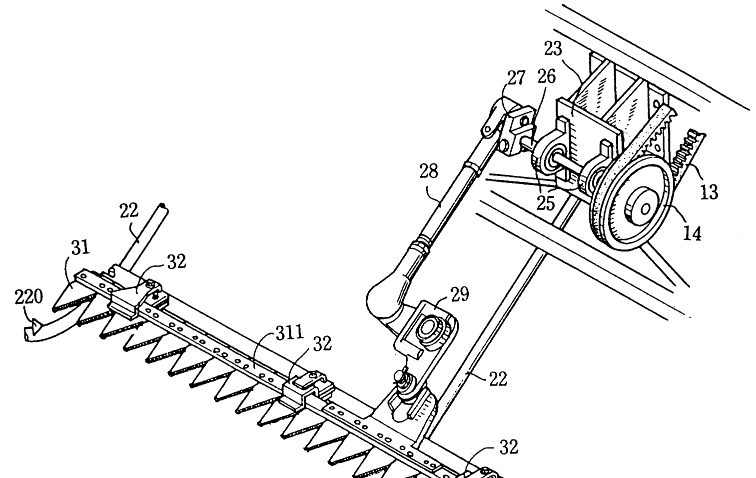


圖 3. 割椿裝置組合頂視圖。13：皮帶，14：皮帶輪，22:刀座支架，220:三角片，23:曲柄軸座，25：曲柄軸承，26：曲柄軸，27：曲柄，28：連桿，29：搖動臂，30：承刀，31：切刀，311：主桿，32：穩定片（切刀導板）。

Fig 3. Top view of the paddy stalk-cutting mechanism. 13 : belt, 14 : sheave, 22 : cutter frame, 23 : crank shaft bearing support, 25 : crank shaft bearing,26 : crank shaft, 27 : crank, 28 : connecting rod, 29 : wobble arm, 30 : ledger plate, 31 : knife section, 311 : main bar, 32 : knife guide.

三、傳動機構

為傳遞中耕機之動力，藉以啓動割刀作業，將中耕機變速箱傳動皮帶輪之直徑由8吋改為5吋，以提高主機作業速度。又於割椿裝置機架上裝設曲柄傳動軸，此軸一端設有5吋皮帶輪，以皮帶連接前述中耕機變速箱動力傳動軸另端之3吋皮帶輪，另一端透過曲柄作用再以連桿啓動割刀上之傳動臂，曲柄迴轉數為550—600rpm。上述兩個皮帶輪中間設一惰輪做為離合裝置（圖2及圖4）。

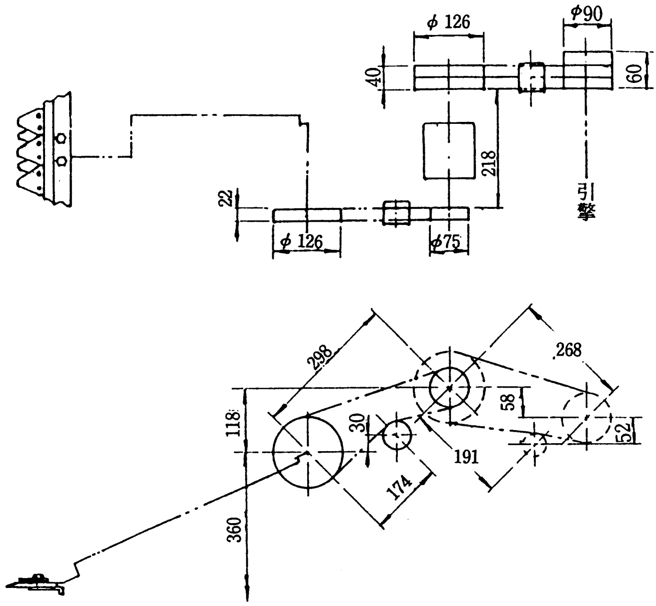


圖4. 中耕機附掛式再生稻割椿機傳動機構示意圖。

Fig 4. Schematic diagram of the power transmission of the paddy stalk-cutting device attached to a cultivator.

四、操作控制系統

本機於行走、轉向、進退及速度控制等方面，均未改變原中耕機之設計，僅加裝割椿裝置之離合器，固定於新設惰輪上，以控制割刀作業，其操作控制極為容易。

五、全機組合及平衡設計

本機割椿裝置以四個螺絲固定於中耕機附屬機具固定座，全機重量120kg，包括中耕機60kg與割椿機60kg。機體重量前傾26kg，作業時由割刀支架支撐，空車行走時由行走輔助輪承載。由於中耕機輪距經調整後寬達60cm（左右輪外距達80cm），而割椿裝置之左右支襯點均在最外緣，故全機於田間作業時之平衡極為良好。

六、保留中耕機原有功能

本機以中耕機為動力源，在整體設計上即以維持其原有功能為考量，故研製結果並未改變其原有結構。當供割椿機使用時，僅需換裝車輪接管與加裝車輪，卸下耕耘部，裝上割椿裝置，換裝傳動皮帶輪及皮帶即可，操作簡便；而欲恢復其中耕作業時，只需逆向裝卸即可。一般使用者可於半小時內完成換裝工作，對於中耕機原有功能絲毫不損，此設計在農機使用上極具經濟性，且可提高農民購用意願。

七、田間操作試驗

1. 在本所內之田間試驗：本機研製成型經試車調整後，先後在本所農場第36、40及87號田區進行試驗，並於第87號田區記錄測試結果，其有效割寬為135cm，作業速度0.77m/sec，理論工作

量爲0.37ha/hr（合2.67hr/ha），實際工作能量爲0.36ha/hr（合2.78hr/ha），有效工作效率爲96.2%（表1），就其處理每公頃稻樁需2.78小時之工作能力而言，與傳統背負式割草機之17.2小時及鍾刀式割草機之1.4小時（賴等，1988）相比較，較前者快6.2倍，但較後者慢2.0倍。

表1. 中耕機附掛式再生稻割樁機田間試驗結果

Table 1. Field experiments of the paddy stalk-cutting device attached to a cultivator for rice ratoon culture

項目	本所農場	南投草屯	臺南六甲	高雄旗山	加權平均
試驗割藥面積（m²）	5,400	3,000	1,860	6,530	4,198
試驗割藥所需時間（min）	90	83	39	132	87
行車速度（m/sec）	0.77	0.55	0.72	0.73	0.69
公頃割藥時間（min）	167	277	210	201	207
實際工作量（m²/hr）	3,600	2,169	2,862	2,980	2,903
理論有效工作量（m²/hr）	3,742	2,673	3,499	3,548	3,366
有效工作效率（%）	96.2	81.2	81.8	84.0	85.8
漏割百分比（%）	2.3	0.5	0.7	0.8	1.1

2. 地區試驗：承各區農業改良場之協助，自79年6月22日起至8月2日止先後在高雄旗山、臺南六甲與後壁、嘉義鹿草、南投草屯、宜蘭冬山及臺中龍井與梧棲等地進行田間操作試驗，結果除冬山與龍井兩地因再生芽齡超過20天，剪除草量大增，測試結果較差外，一般作業均與在本所內試驗結果相近（表1），情況良好。綜合本所與草屯、六甲及旗山之試驗結果，平均理論有效工作量爲0.34ha/hr，實際工作量則爲0.29ha/hr（合3.45ha/hr），有效工作效率亦達85.8%，漏割率則僅爲1.1%（表1）。在全省各地區試用時，均甚受農民歡迎，其中草屯係在大雨情況下進行，六甲試區表土積水2cm，梧棲試區積水5cm，亦能順利進行；亦即鍾刀式割草機處理稻樁所遭遇之問題，本機均能克服，充分展現其全天候之作業能力。至於再生芽如已超齡至超過割樁適期，在農藝生產上已無處理價值[3]，故在適時進行割樁處理方面，將來有待加強農民教育，以妥爲配合。

八、結 論：

本機機構簡單，操作容易，旣能從事再生稻割樁作業，復能保有中耕機原有功能，割樁作業效率較背負式割草機顯著提高，操作又極輕便，且無鍾刀式割草機受天候及土壤狀況嚴格限制之缺點，因此在各區試驗時，深受農民喜愛，競相要求儘早商品化推廣，顯示本設計之功能已受肯定。將來如能順利推廣，對於減輕稻農勞力負荷、降低生產成本及提升再生稻米質等問題必將有所助益。

本機初創新製完成，復受農時季節短暫限制，一時無法進行更長時間與更大面積之操作試驗，且因屬新機型及新作業型態，可供參考之資料極爲有限，其間難免有未發現之缺點或考慮欠週之處，同時部份農民建議加長割寬以更提高作業效率等，均有待更進一步研討，繼續謀求改進。

再生稻雖屬一種省工之栽培方法，但其栽培技術要求極高，雖經農林廳編印技術手冊發給農民參考使用[1]，然大多數農民因缺少經驗，對耕作技術並不熟悉，仍有待加強栽培技術管理之輔導，配合本機之使用，將可事半功倍；亦即採用本機只是一種作業方法之改善，而再生稻之栽培成功與否，則需以良好的栽培管理爲前提。

參考文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1984。水稻再生栽培技術。南投縣中興新村。
2. 候福分。1984。再生栽培法之研究及展望。科學農業32：27—33。
3. 蘇昌吉、劉瑋婷。1984。水稻再生栽培生產力之探討與其經濟效益之評估。花蓮區農業改良場彙報1：17—30。
4. 賴吉雄、楊清祥、陳志昇、劉大江。1988。利用鍾刀式割草機改進大面積水稻再生栽培技術研究。中華農業研究37：127—133。
5. 周宗武。1981。農業機械學。第236—240頁。科技圖書公司，臺北市。

The Development of the Paddy Stalk-Cutting Device Attached to a Cultivator for Rice Ratoon Culture[1]

C. H. Lai, C. S. Chen, C. H. Yang and D. J. Liu[2]

Summary

Cutting the ratoon tillers at 3—5 cm from the soil surface when ratoon tillers are about 20 cm in height is a necessary operation in ratoon rice culture to ensure prolonged vegetative growth and enhanced grain yield and quality. As an efficient paddy stalk-cutting machine is not available at the present time, the development of such a device is of critical importance to cope with the fast-increasing of ratoon rice acreage. A new design was developed by this Institute through remodeling the widely-used small cultivator. The design includes the remove of the cultivation part, the install of a cutting device, and the development of the power transmission system. The stalk-cutting device is based on the principle of a binder and is composed of main frame and ledger plates. The speed ratio of machine movement to cutting (P/L) is 1.2−1.7. The distance between wheels of the walking-wheel part is increased and an additional wheel is installed on both side of the device. The power transmission part is composed of sheaves, V-belts, crank shaft, and the wobble arm of ledger plates, with a speed of 550—600 rpm. Results of field experiments indicate that the working capacity of the machine is 3.66 hr/ha which is 4.7 times more efficient than that of the conventional shoulder-carried mower operation. The attachment of paddy stalk-cutting device to the cultivator does not affect the original function and thus enable multi-function use of the cultivator. The high efficiency, economic value, as well as all-weather availability make the new device worth to be applied to the ratoon culture of rice in Taiwan.

Key words : Rice, Ratoon, Yield, Rice quality, Cost analysis, Machine operation, Growth duration.

---

1. Contribution No. 1563 from Taiwan Agricultural Research Institute. The financial support from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC, and the valuable suggestion by Mr. L. S. Liang, Head of the Department of Agricultural Machinery, TARI, are acknowledged.

2. Respectively, agronomist and head, and research assistants, Office of Farm Management,and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

玉米各生育期所吸收氮素之行動與子實生產之關係[1]

連 深 張庚鵬[2]

摘要：應用^{15}N標識氮肥（硝酸銨）以水耕盆栽試驗探討玉米各生育期氮素吸收速率及追蹤所吸收氮素在植株各部之分布、再移動與子實生產之關係。

1. 氮素之吸收速率依生育之進展而增，而以吐絲期達到最高。吐絲期以後之吸收速率雖逐漸下降，但仍持續至玉米糊熟期；糊熟期前後之氮素吸收速率仍達吐絲期之五分之一左右。
2. 吐絲期以前所吸收氮素主要分布於吸收時生長中之葉片和稈節；吐絲期以後此等氮素之一部份再轉移於穗部。此種吐絲期前一度儲積莖葉而於吐絲後轉移谷中之氮素約佔原吸收量之33%。
3. 自吐絲至吐絲後約2週期間所吸收之氮素最有效運積於谷中，達原吸收量58～67%。
4. 糊熟期氮素吸收速率雖減，仍可看到其有效運積谷中。但其分布比率已較吐絲期減低，爲原吸收量之46%。
5. 以上結果顯示吐絲期前後約3週期間之氮素吸收對谷粒之充實非常重要；該期間之玉米不但吸收能力強，且有效轉移谷中。一般田間試驗結果亦常印證吐絲直前之氮素追肥較其前期所施基、追肥能有效增加子實產量，可謂符合。

糊熟期前後所吸收氮素仍可顯著轉移谷中，但其殘留莖稈和根之比率卻較吐絲期所吸收者增加。

關鍵詞：玉米、標識氮肥、吸收與分布、子實生產。

水稻自播種至收穫之任何生育時期均可吸收氮素，但就各生育期吸收之氮素對稻谷之生產效率而言，則以有效分蘖期和幼穗形成期所吸收者較大（木村1943，Singh et al. 1963，Ishizuka 1980），故爲稻谷增產，有效分蘖期之施肥（包括基肥）和穗肥（幼穗長達１～２㎜時）之適當施用甚爲重要。實際上二者配合之施肥方式在水稻肥培上已廣爲採用。

有關玉米之營養生理研究較水稻甚少。據報告玉米生育過程中雌穗抽絲期以前所吸收之氮素僅佔全吸收量之40～50%（Hanway 1962，田中1969），可見雌穗吐絲以後至成熟的子粒充實期間玉米仍需多量氮肥的供給，此點與水稻差異甚大。玉米子粒充實期間之葉片光合成速率係受該期間氮素的供應及子粒的氮素儲能（sink capacity；氮聚合爲 zein 的速率）所限制（Tsai et al. 1978，Tsai et al. 1984）。玉米子粒充實期間，氮素供應能力（the capacity of the plant to supply N to the ear）之影響大於葉片光合成能力（the capacity of the plant to provide photosynthate to the ear）之影響(Below et al. 1981)。故該期間氮素的不斷吸收供應對於子粒胚的正常發展(adequate and normal embryo development）甚爲重要；高產品種在子粒充實期間有持續的氮素吸收，故葉片光合成能力得以持久維持（Swank et al. 1982），可見子粒充實期間的氮素吸收甚爲重要。但另據石塚等（1967），玉米生育過程中雌穗吐絲期以後的子粒充實期間，稈葉的乾物重仍在增加，即仍有營養生長進行，故過多的氮素營養對子粒的充實亦有不利。岩田（1972）亦有類似報告。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1564 號。本研究承國科會經費（NSC 75—0409—13055—06）補助，謹此致謝。
2. 本所農化系研究員及助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

玉米之施肥方法，一般係以磷之全量及氮鉀肥之各半量爲基肥之各半量爲基肥，餘各半量氮鉀肥則於玉米膝高期追施；亦有以磷肥之全量及氮鉀肥之各1／3量爲基肥，餘2／3量氮、鉀肥於膝高期及雄穗抽出期分施者。一般基肥係淺施於播種溝旁，追肥亦屬淺施。惟據初步試驗結果（連等1988，連1988），以肥料用量之半量在播種時深施於種子下20～25公分處者，可顯著促進生育後期（即吐絲期～成熟）之養分吸收，增進該期間之葉片純同化率而有利於產量之增進。

由以上可見玉米子粒充實期間之氮素持續吸收可能非常重要，但文獻中相互矛盾或不明處仍多。故爲尋求最有效之施肥方法，各生育期間所吸收氮素之營養生理意義有加以探討必要。本研究以水耕方法栽培玉米，並於各特定生育期間以標識氮素（^{15}N）替代普通氮素使作物吸收，以追蹤各生育期所吸收氮素在植體各器官之運移分布，以明其與子實生產之關係。

材料及方法

以水耕法栽培臺農351號玉米。栽培盆爲48公升桶型塑膠盆（上下直徑各爲38及32公分、高50公分）。種子先於蛭石床育苗，俟三葉期才移植於盆蓋中心所開的小孔上（每盆一株），並以塑膠棉適當固定植株（玉米長高後更以鐵架支持）。盆內灌滿培養液並予通氣。此等塑膠盆排置於空地上，行株距各爲110及45公分。

標準的培養液組成爲：每公升含 NH_4NO_3 114mg，$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 50.6mg，K_2SO_4 87.5mg，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 406mg，$CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 111mg，$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 19.3mg，$MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 3.7mg，$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ 0.09mg，H_3BO_3 1.17mg，$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.08mg，$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.04mg 及 $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ 70mg。其所含各種要素之濃度爲：N 40ppm，P 10ppm，K 40ppm，Mg 40 ppm，Ca 40ppm，Fe 4ppm，Mn 1ppm，Mo 0.05ppm，B 0.2ppm，Zn 0.02ppm，Cu 0.01 ppm 及 Si 9.3ppm。此種培養液與 Yoshida 氏等使用於水稻栽培者大致相同。

1. 試驗處理

以標準培養液栽培玉米至收穫期（但自種子萌芽至後2週期間濃度減半，收穫前約10天期間則不供給氮素）。在下列各特定生育期間以$^{15}NH_4{}^{15}NO_3$（5.14atom %）代替培養液中的普通 NH_4NO_3。^{15}N處理後以原培養液繼續栽培。

(a)V_{8-11}；即第8～11葉期，相當於種子發芽後21～30天期間。本試驗中所稱第8葉期（V_8）係第8葉完全展開的時期（其他類推）。

(b)V_{16-T}；即自第16葉期至雄穗抽出期間，相當於種子發芽後40～47天期間。臺農351號每株葉片共有18片；迄第11葉爲止，每片出葉期間約爲2.6天，自11至18葉期間，每片出葉期間約爲1.9天，故全部出葉期間約爲42天。

(c)R_{1-2}；自吐絲至 Blister Stage 期間，相當於種子發芽後51～58天或自吐絲至吐絲後7天期間。

(d)R_{2-3}；自 Blister Stage 至 milk Stage，相當於種子發芽後62～68天或自吐絲期後11天至17天期間。

(e)R_{4-5}；自 Dough Stage 至 Dent Stage；相當於種子發芽後85～96天或自吐絲期後34天至45天期間。

以上玉米各生育期之命名均依據 Hanway（1962）報告。種子發芽日期爲74年9月18日，成熟（收穫）期爲75年1月6～16日，即總生育日數爲110～120天。

2. 植株之採取及調查測定

處理(a)於^{15}N處理結束後當天、吐絲期及成熟期，處理(b)於^{15}N處理後 3 天（吐絲期）及成熟期，其他各處理亦於^{15}N處理結束後當天及成熟期，各採植株 2 株（即 2 盆），分莖、葉、根、支持

根、雄穗和雌穗（成熟期雌穗更分為子實和其他）各部份，測定乾物重、全氮含量和^{15}N之富含量以計出各部份之^{15}N含量。各項測定值均為二重覆（株）之平均。

全氮之測定；使用 Kjeldahal 法分解後以 Conway 法擴散，並滴定收集之氨。依據Peterson and Chesters (1963) ，植體中硝酸態氮含量如果不高（不高於2500 ppm），則使用 Kjeldahal 即可實際上測定全氮含量。玉米各器官中之硝酸態氮含量以莖稈較高，並與氮素用量有關，但本試驗中都在1,400ppm 以下。

^{15}N 富含量之測定；上述滴定後之氨液再以 Conway 法擴散，將氨收集於 2 c.c. N硫酸液，再經 Dumas 法轉變為 N_2 後以質譜儀（Winford Micromass 622型）測定^{15}N/^{14}N原子比，以求得^{15}N含量（^{15}N atom%）。^{15}N含量減去植體中之^{15}N自然含量則為^{15}N富含量（^{15}N atom excess %）。

結　果

1. 玉米乾物生產及氮素吸收經過

生育期間植株各部份乾部物之累積情形如圖 1 。由該圖可見本試驗中之玉米生長及生育期進展均甚迅速；種子發芽後51天即進入吐絲期，較本所田間同時期栽培者約提早一星期，而生長情形亦較良好；其平均每株全乾物重及谷重各為740及281公克。此固與本試驗之栽植密度較寬有關，但本試驗水耕液中之根環境較田間土壤中之根環境良好可能亦是一因，示後者有環境改善之餘地。

該圖亦示自玉米吐絲（即開花授粉）至成熟約65天期間之乾物量增加甚大，而該期間乾物量之增加主要係與穗部乾物量之增加一致。

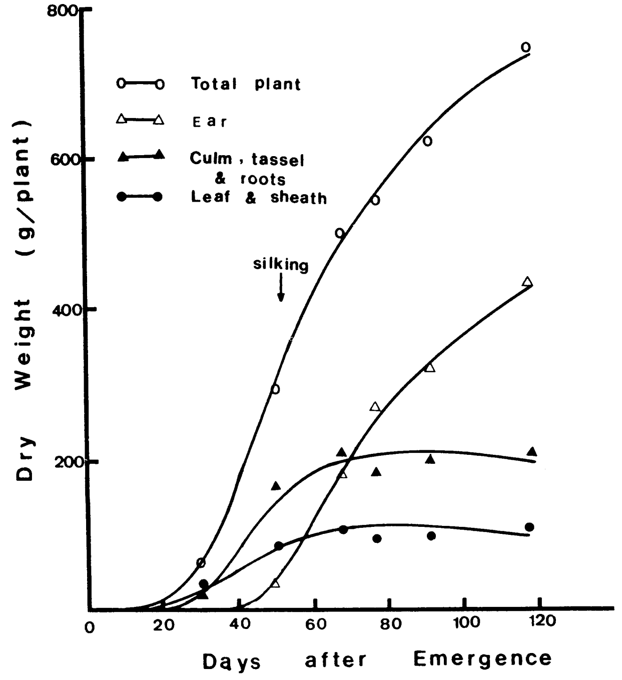


圖 1 . 玉米生育期間植株各部份乾物之累積情形
（臺農351號，水耕，1985秋作）

Fig 1. Dry matter accumulation in different parts of maize plant in relation to the stages of growth.

由圖 2 氮素吸收曲線可見氮素吸收速率依生育之進展而增，而於吐絲期達最高；吐絲期以後吸收速率雖然逐漸下降，但仍持續到玉米糊熟期；糊熟期前後之氮素吸收速率仍達吐絲期之約五分之一。是故，自吐絲至成熟期間之氮素吸收量仍然很大，佔總吸收量之48%，而該期間氮素吸收量之增加亦與穗部氮素量之增加情形大致相似。氮素總吸收量之各56或47%係分佈於穗或子實中。可見吐絲期～成熟期間氮素吸收和乾物生產對子實生產之重要性。

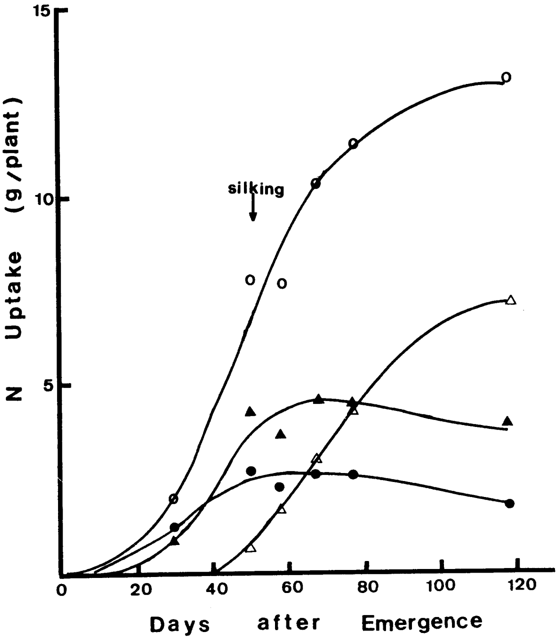


圖 2. 玉米生育期間之氮素吸收及植株各部份之分布情形
（臺農351號，水耕，1985秋作）
Fig 2. Nitrogen uptake and its distribution among plant parts of maize in relation to the stage of growth

以上玉米之生育經過與水稻有很大的差異；水稻在抽穗開花後之氮、磷吸收甚爲有限，而玉米則反之。此亦是玉米氮肥效應較大，並須注重生育後期之氮素營養之原因。

2. 各生育所吸收氮素之行蹤及在子實中之分布

吐絲期以前所吸收氮素主要分布於吸收時生長中之葉片和稈節；吐絲期以後此等氮素之一部份再轉移於穗部。此種吐絲期前一度儲積莖葉而於吐絲後轉移子實中之氮素約佔原吸收量之33～51%，而以愈近吐絲期吸收者，其往子實分配的比率愈高（表 1 及 2）。

自吐絲至吐絲後約2週期間所吸收之氮素最有效運移於谷中，達原吸收量之58～67%（表3）。此種現象顯然與水稻有很大差異；水稻在出穗後殆無氮素之吸收，即使吸收亦多殘留於藁稈中而很少運移於穗部。

糊熟期（吐絲期後34天）氮素吸收速率雖減，仍可看到其有效運移谷中。但其分布比率已較吐絲期減低，爲原吸收量之46%（表3）。

表 1. 第8～11葉（V_{8-11}）期間[1]玉米所吸收標識氮素在子實發育過程中玉米植株各部之分布[2]（臺農351號，1985秋作，水耕）

Table 1. Amout and percentage distribution of ^{15}N absorbed during the 8th-11th leaf stage among plant parts of maize during grain development. (Tainung 351，1985 fall crop,water culture)

部位 Plant part	採樣時期 (Time of sampling)					
	^{15}N 處理即後 Immediately after N treament		吐絲期 Silking		成熟期 Maturity	
	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%
Grain	—	—	} 3.2 (1.4)	} 4.6 (1.8)	20.3 (0.2)	32.7 (0.5)
Husk, cob & shank	—	—			4.5 (0.1)	7.2 (0.4)
Leaf blade & sheath	36.6 (0.8)	56.6 (5.1)	32.6 (2.2)	47.9 (0.7)	15.0 (2.0)	24.1 (2.6)
Culm & tassel	17.8 (5.3)	26.7 (7.2)	24.2 (3.6)	35.4 (3.4)	14.4 (0.8)	23.2 (1.9)
Brace roots	—	—	5.5 (1.6)	8.2 (2.8)	5.8 (0.7)	9.3 (0.9)
Roots	10.9 (1.2)	16.7 (0.05)	2.6 (2.0)	4.0 (3.1)	2.2 (0.4)	3.5 (0.7)
Total	65.3 (7.3)	100	68.1 (3.5)	100	62.2 (1.7)	100

1)本試驗中第8及11葉期各相當於種子萌芽後21及30天，故^{15}N 處理期間共爲9天。
2)全部數據均爲2重覆平均，括弧內數據爲平均值之標準機差。

表 2. 第16葉～雄穗抽出（V_{16-T}）期間[1]所吸收標識氮素在子實發育過程中玉米植株各部之分布[2]。

Table 2. Amout and percentage distribution of ^{15}N absorbed during the 16th leaf～tasseling stage among plant parts of maize during grain development.

部位 Plant part	採樣時期 (Time of sampling)			
	吐絲期 Silking		成熟期 Maturity	
	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%
Grain	} 13.6 (2.8)	} 18.9 (3.6)	30.9 (0.8)	51.1 (2.6)
Husk,cob & shank			7.2 (0.5)	11.9 (0)
Leaf blade & sheath	16.4 (0.7)	23.1 (0.7)	5.9 (0.5)	9.9 (1.4)
Culm & tassel	23.2 (1.0)	32.7 (2.1)	11.0 (2.6)	18.1 (3.2)
Brace roots	6.3 (1.9)	9.0 (2.8)	3.8 (0.4)	6.2 (0.3)
Roots	11.7 (1.5)	16.3 (1.8)	1.7 (0.1)	2.9 (0.3)
Total	71.2 (1.9)	100	60.5 (3.6)	100

1)本試驗中第16葉期和雄穗抽出期各相當於種子萌芽後40及47天，故^{15}N 處理期間共爲7天。
2)吐絲期及成熟期數據各爲3及2重覆平均，括弧內數據爲平均值之標準機差。
3)吐絲期時適種子萌芽後51天，故相當於^{15}N處理終止後第3天。

表 3. 玉米抽絲期後各期[1]（R_{1-2}，R_{2-3}及R_{4-5}）所吸收標識氮素在子實發育過程中植株各部之分布[2]。

Table 3. Amout and percentage distribution of ^{15}N absorbed during R_{1-2}, R_{2-3} and R_{4-5} stages among plant parts of maize during grain development.

Growgh stages ^{15}N was treated	R_{1-2} Silking～Blister				R_{2-3} Blister～Milk				R_{4-5} Dough～Dent			
Time of sampling	Soon after ^{15}N treatment		At maturity		Soon after ^{15}N treatment		At maturity		Soon after ^{15}N treatment		At maturity	
	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%	^{15}N mg	%
Grain	8.5 (0.4)	25.1 (3.4)	21.7 (1.5)	58.4 (2.9)	11.6 (1.5)	25.7 (3.0)	28.1	67.2	10.6 (3.6)	29.5 (6.0)	7.9 (3.9)	46.1 (1.3)
Husk, cob & shank			4.3 (0.6)	11.4 (0.2)			3.6	8.6	1.6 (0.01)	4.6 (0.7)	0.5 (0.3)	2.6 (0.7)
Leaf blade & sheath	6.2 (0.8)	18.1 (0.5)	2.8 (0.1)	7.6 (1.2)	8.9 (0.3)	19.8 (0.5)	2.8	6.6	4.3 (0.7)	12.3 (0.1)	1.3 (0.8)	6.9 (1.6)
Culm & tassel	7.6 (1.1)	22.0 (1.2)	5.5 (1.3)	14.5 (1.8)	9.6 (0.4)	21.5 (1.2)	4.9	11.7	8.4 (1.9)	23.7 (2.1)	3.0 (1.9)	16.4 (3.1)
Brace roots	2.7 (1.8)	7.6 (4.6)	1.9 (0.9)	5.0 (1.7)	2.6 (0.5)	5.7 (1.0)	1.5	3.5	3.7 (1.5)	10.2 (2.7)	1.6 (0.1)	12.6 (6.4)
Roots	9.3 (0.1)	27.3 (2.9)	1.2 (0.3)	3.2 (0.3)	12.4 (1.4)	27.5 (3.3)	1.0	2.5	6.4 (2.5)	19.8 (10.1)	2.6 (1.3)	15.4 (0.1)
Total	34.3 (3.3)	100	37.4 (4.3)	100	45.0 (0.51)	100	41.8	100	34.9 (5.2)	100	17.0 (8.0)	100

1) R_{1-2}，R_{2-3}，R_{4-5}各生育期說明，詳於材料與方法。
2) 全部數據均爲 2 重覆平均。

(1)第8—11葉期所吸收氮素在植株各部之分布與再分布

本試驗中第8葉完全展開期～第11葉完全展開期（以下簡稱第8葉期～第11葉期）在種子萌芽後21～30天間，正值第9葉以上葉片及一些有關的稈節（多在基部）陸續伸長的時期。

由表1可見該期間所吸收氮素之主要部分（57%）係分布於葉片（含葉鞘，以下同），而各葉位的葉中又以伸長中的（第12葉以上葉位）葉片爲最多。分配於稈節和根部的份量亦相當多，達總吸收量之各27及17%。

在第11葉期至雄穗抽出期（V_{11-T}）的3週期間，此原分布於植株各部的^{15}N 仍有持續性的再移動現象。而就植株各部而言，葉部和根部在該期間各減少8.7及12.7%，稈節、雄穗和支持根各增加8.7，4.6及8.2%；減少與增加之^{15}N量大約相同，顯示葉部和根部一度蓄積的^{15}N有繼續流入生長中的稈節，雄穗和支持根跡象（就各不同位置葉片而言，亦有^{15}N由下而上運移、再分配於該期間伸長中葉片的現象）。

在吐絲期～成熟期（R_1～R_6）的子粒成熟期間（約60～70天），此等葉部的^{15}N有更顯著的移出現象（減少23.8%），而莖稈部亦有顯著的移出（減少12.2%），二者合計有36%流出。反之，該期間雌穗部分，尤其是子粒中則有顯著的^{15}N流入（增加35.3%）；流出與流入大約相同。故V_8-V_{11}期間所吸收之氮素經過分配與再分配，最後在成熟期有總吸收量之33%分布於子實。

(2)第16葉期～雄穗抽出期（V_{16-T}）所吸收氮素之行蹤

本試驗中第16葉期～雄穗抽出期適種子萌芽後40～47天期間，正值第17及18葉（止葉）以及雄穗與雌穗伸長期間，故該期間所吸收氮素在其吸收後第3天（接近於抽絲期R1），葉部、雄穗和雌穗各部的分布均甚顯著（表2），各達總吸收量之23，33及19%，即以雄穗（包括稈節）最多。該期間所吸收氮素仍有16%分布於根部，且另有9%分布於氣根。

此等氮素在玉米成熟期間（即R_1～R_6）亦有顯著的再移動現象；即葉片，莖稈（包括雄穗

）及根部各有13，15及13%（合計41%）之^{15}N流出而同期間雌穗中則有44%之^{15}N流入。可見吐絲期前所吸收同化之氮素在玉米成熟期間之再移動甚爲顯著，對於子實生產之貢獻相當大。

可見 V_{16-T} 期所吸收氮素因接近吐絲期（雌穗生長期），所吸收氮素不但於吸收後有相當大部分（18.9%）分布於雌穗部，且由於吐絲期後葉片、莖稈及根部^{15}N之再移動流入，故成熟期雌穗中^{15}N之含量達原吸收量63%，而子粒中之含量亦達原吸收量之51%。

(3)抽絲期（R_1）後各期（R_{1-2}，R_{2-3}及R_{4-5}）所吸收氮素之行蹤

本試驗所稱之 R_1 R_2 R_3 R_4 R_5 R_6 各期係依據 Ritchies and Hanway（1984），爲 silking, blister, milk, dough, dent 及 physiological maturity 各期。故 R_{1-2}係指自吐絲期至 Blister stage 期間；在本試驗中適種子萌芽後51～58天間，或自吐絲至吐絲後7天期間。R_{2-3} 係自 Blister stage 至 milk stage 期間；在本試驗中適種子萌芽後62～68天或自吐絲期後11天至17天期間。R_{4-5} 係自 Dow stage 至 Dent stage 期間；在本試驗中適種子萌芽後85～96天，或自吐絲後34天至45天期間。

由表3可見 R_{1-2} 及 R_{2-3} 各期間所吸收氮素往穗部移動堆積之現象較其前後任何生育期所吸收氮素均爲顯著，各達總吸收量之70及76%；在子實中之分布亦各達總吸收量之58及67%。此等於 R_{1-2} 或 R_{2-3} 期間所吸收氮素亦於吸收後立即全部輸送於雌穗；其相當大的部分仍係一度暫存於葉片、莖稈及根部，然後持續的再移動堆積於雌穗，而最後於 R_6（完熟）期在子實中有如上大量的分布。

R_{4-5} 期雖屬子粒成熟期間的後期（R_4爲糊熟期），該期間所吸收氮素最後累積於完熟期穗部者仍達總吸收量之49%，其累積於子實中者則達46%，可見玉米生育後期之氮素吸收仍對子實生產有很大貢獻。惟該期間所吸收氮素中殘留於莖稈和根部者亦較其前期吸收者相對的增加。此等殘留於莖稈之氮素是否會導致植株呼吸消耗之增加，而對乾物生產不利，尚待探討。

討　　論

依據 Tanaka et al（1984），植物的收量可以下列各式表示：

$$Y = N(plant) \cdot Ne = N(plant) \cdot HI(N)/N\%(HO)$$

Y；植物收量（kg/ha）

N(plant)；植物在全生長過程的氮素吸收量（N kg/ha）。

NE；單位氮素吸收量可生產的植物收量（kg/ha），即吸收氮素的生產效率。

HI(N)；氮素的收穫指數（Harvest Index of N），即收穫器官（例如玉米子實）中之氮素含量對全植物體中氮素含量之比率。

N%(HO)；收穫器官（Harvest Organ）之氮素含有率（%）。

以玉米而言，因一般 N %（HO）變異不大，故 NE 的變異實際上係與 HI（N）的變異關係最爲密切，成正比例關係。故欲提高 NE，HI（N）之提高乃爲捷徑。

HI(N)依其定義可以下列各式表示：

$$HI(N) = N(HO)/N(plant) = \sum_{l=s}^{l=m} N(HO)_l/N(plant)$$

即氮的收穫指數可分解爲各生育期所吸收氮素中移入收穫器官之量 $N(HO)_l$，再加以合計（自幼苗期S至成熟期m）求得。

爲計算方便，$\Sigma N(HO)_l/N(plant)$亦可以下式表示：

$$\Sigma N(HO)_l/N(plant) = \Sigma(N(HO)_l/N(plant)_l \cdot N(plant)_l/N(plant))$$

$N(plant)_l$ 爲生育期 i 的氮素吸收量，但爲互相可以比較起見，以該期的平均日吸收量表示（N

g/plant/day)。故 $N(HO)_i/N(plant)_i$ 即為前節報告中各生育期所吸收氮素中移入玉米子實（對各該生育期吸收量）之比率；其值已見於表1，2及3。為綜觀起見，再將其列於表4之第二行。各生育期之氮吸收速率 $N(plant)_i$，及其對全吸收量之比率 $N(plant)_i/N(plant)$ 亦各示於表4之第一及第三行，而 $N(HO)_i/N(plant)_i$ 與 $N(plant)_i/N(plant)$ 之積，$N(HO)_i/N(plant)$ 即成為各生育期氮素吸收對於氮素收穫指數（HI(N)）之相對貢獻。

表 4．各生育期氮素吸收之速率，吸收氮素之子實分配及氮素收穫指數之相對貢獻。

Table 4. Rate of nitrogen uptake at various growth stage, their distributions to grains and the relative contribution on Nitrogen Harvest Index.

Growth Stage	$N(plant)_i$ [1] (g/plant/day)	$N(HO)_i/$ $N(plant)_i$	$N(plant)_i/$ $N(plant)$	$N(HO)_i/$ [2] $N(plant) * 10^{-3}$
V_{8-11}	0.19	0.327	0.0147	4.81
V_{15-T}	0.24	0.511	0.0186	9.50
R_{1-2}	0.20	0.584	0.0155	9.05
R_{2-3}	0.16	0.672	0.0124	8.33
R_{4-5}	0.06	0.461	0.0047	2.15

1) 各生育期之氮素吸收速率係由圖2氮素吸收曲線之斜率所求得；另以標識氮肥（^{15}N）在特定生育期所測吸收率值亦與此值大致相同，故從略。本試驗中，$\Sigma N(plant)=N(plant)=12.9(g/plant)$。

2) $\Sigma N(HO)_i/N(plant)=N(HO)/N(plant)=HI(N)=0.467$.

由表4各生育期之 $N(HO)_i/N(plant)$值可見第16葉期（V_{16}）至乳熟期（R_3），約四週期間之氮素吸收對 HI(N)之提高貢獻最大；該期間之玉米不單氮素吸收能力強，且能有效轉移子實。

田間試驗結果（王、連1986）亦印證吐絲期之氮素追肥有效；即氮肥分基肥、膝高期追肥和雄穗抽出期追肥三次分施者較分基肥和膝高期追肥二次分施者有顯著的增產效果，將以另文報告。又一般施肥方法，基肥係淺施於播種溝旁，追肥亦屬淺施。據試驗結果（Lian 1986，連、王1985），以肥料用量之半量在播種時深施於種子下20～25公分處者，亦可顯著促進生育後期（即吐絲期至成熟期間）之養分吸收，增進該期間之葉片純同化率而有利於產量之增進。

據 Tsai et al.(1985) 玉米耐肥品種在吐絲期後尚需大量的氮素；此時土壤中如無足夠氮素供給，將會分解葉片的氮素成份輸送，致使葉片的機能早衰，收量潛能則無法發揮。渠等(Tsai et al. 1978，1984)強調玉米子粒充實期間之葉片光合成速率係受該期間氮素的供應及子粒的氮素儲能(sink ca-qpacity；氮聚合為 zein 的速率)所限制。玉米子粒充實期間，氮素供應能力(the capacity of the plant to supply N to the ear)之影響大於葉片光合成能力(the capacity of the plant to provide photosynthate to the ear)之影響(Below et al. 1981)。故該期間氮素的不斷吸收供應對於子粒胚的正常發展(adequate and normal embryo development)甚為重要；高產品種在子粒充實期間有持續的氮素吸收，故葉片光合成能力得以持久維持(Swank et al. 1982)，可見子粒充實期間的氮素吸收甚為重要。

但另據石塚等（1967）及岩田（1972），吐絲期後過多的氮素營養對子粒的充實亦有不利。本試驗亦示糊熟期（相當於吐絲後約5星期）所吸收氮素雖仍可顯著轉移谷中，但殘留莖稈和根之比率亦較其前期所吸收者增加；此種殘留莖稈之氮素可能導致植株呼吸消耗之增加而對乾物生產不利。田間試驗結果亦示吐絲期後2星期時之晚期追肥稍有負效果（王、連1986）。

一般田間試驗結果均示玉米收量構成要素中以子粒與收量之關係最為密切，而千粒重（及子實中之氮素含量）則常保持一定，少有變異。但本試驗中之玉米，千粒重和氮素含量卻高於田間者甚多（

千粒重各爲322及275g，氮含量各爲2.1及1.7%）。Tsai et al.（1984）亦示耐肥品種玉米子 之氮素含量因子粒充實期間之氮素供給充分而增加甚多。此是否表示在良好的氮素營養下，經由千粒重及氮素含量之提高而提高產量和品質亦是可能，值得注意。

參考文獻

1. Below F. E., L.E. Christensen, A.J. Reed and R.H. Hagemen 1981. Availability of reduced N and carbohydrate for ear development of maize. Plant Physiol.68：1186—1190。
2. Hanway, J. J. 1962. Corn growth and composition in relation to soil fertility. Agron. J. 54：217—222.
3. Ishizula, Y. 1980. The importance of nitrogen for the growth of the rice plant. In "Increasing Nitrogen Efficiency for Rice cultivation" FFTC Book series No. 18.
4. Lian, S. 1986. Characteristics of corn production in the drained paddies and their fertility managements in Taiwan. Soils and Fertilizers in Taiwan 1986. The society of soil and Fertilizer Sciences of Republic of China.
5. Peteterson, L. A. and G. Chesters 1964. A reliable total nitrogen determination on plant tissue accumulating nitrate nitrogen. Agronon Journal 56：89—90.
6. Singh J. N. and N. Murayama 1963. Analytical Studies on the productive efficiency of nitrogen in rice. Soil Sci. & Plant Nutri. 9：151—161.
7. Swank, J. C. F. E. Below, R. L. Lambert and R. H. Hageman 1982. Interaction of carbon and nitrogen metabolism in the productivity of maize. Plant Physiol. 70：1185—1190.
8. Tanaka, A., J. Yamaguchi, S. Miura, and H. Tamaru. 1984. Comparison of fertilizer nitrogen efficieney among field crops. Soil Sci. Plant Nutr. 30：199—208.
9. Tsai, C. Y., D. M. Huber and H.L. Warren 1978. Relationship of the kernel sink for N to maize productivity. Crop Sci. 18(3)：399—404.
10. Tsai, C.Y., D. M. Huber and H.L. Warren. 1980. A proposed role of zein and glutelin as N sinks in maize. Plant Physiol. 66：330—333.
11. Tsai, C. Y., D. M. Huber, D. V. Glover and H. L. Warren 1984. Relationship of N deposition to grain yield and N response of three maize hybrids. Crop Sci. 24：277—281.
12. Tsai C. Y., H. L. Warren and D. M. Huber. 1985. Interactions of nitrgen nutrition and maize genotypes. Dept. Botany and Plant pathology, Purdue University, W. Lafayette, U.S.A.
13. Yoshida, S., D. F. Forno and J. H. Cook. Laboratory Manual For Physiological Studies of Rice. PP.53—57. The International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
14. 王鐘和、連深 1986 玉米雄穗抽出期及子粒充實期氮素追肥對子實產量之效果。臺灣省農業試驗所75年度工作報告。
15. 木村次郎、千葉春雄 1943 窒素養分の水稻生產能率に對する吸收經過による分解的研究。日本土壤肥料學雜誌 17：479—497.
16. 石塚喜明、金雄桂 1967 トウモロコシの營養生理學的研究（第一報）。生育に伴う同化產物の生成と養分吸收に關する研究。日本土壤肥料學雜誌 38：407—412.
17. 田中明、石塚喜明 1969 同上第二報 生育の展開にともなう無機養分すよび碳水化合物の集積移動經過。日本土壤肥料學雜誌 40：113—120.
18. 岩田文男 1972 トウモロコシの栽培理論とその實證に關する作物學的研究。東北農業試驗研究報告第46號。P 63—123.
19. 連深、王鐘和 1988 轉作田玉米生育特性及肥培管理，I.子實收量之期作間和土壤間差異及有關因素。中華農業 37(1)：32—44.
20. 連深 1988 轉作田玉米生育特性及肥培管理，II.播植行深犁及肥料深施之效果。中華農業 37(2)：151—164.

Behaviour of Nitrogen Absorbed at Various Growth Stages Associated with Grain Production in Maize

Shen Lian and Geng-Peng Chang

Summary

Rate of uptake, distribution and remobilization in maize (cultivar TNG 351) of the labelled N applied in the form of $^{15}NH_4\,^{15}NO_3$ at various growth stages were studied in connection with grain production under water culture condition.

1. The rate of uptake increased as the growth progressed and was at its peak just before silking. The uptake, though slowed down gradually after silking, still kept a moderate rate until dough stage.

2. The nitrogen absorbed by silking accumulated mostly in the leaves and culms that were growing when the nitrogen was absorbed. A part of these nitrogen was retranslocated to the ear after silking : the distribution in grain at harvest was 33% of the original amount of uptake.

3. The nitrogen absorbed during the period from silking to blister stage was translocated most efficiently to the grains; up to 58~67% of the original uptake was distributed to the grain.

4. Although nitrogen uptake slowed down during dough stage, a considerable portion of the nitrogen absorbed (46%) still translocated to the grain. The percentage, however, was less as compared to that absorbed during silking, while that which remained in the stem and root increased.

5. All of the above indicates that the nitrogen uptake during silk stage is very efficient for grain production. This is quite coincided with the results of field experiments, which show usually a positive effect of top dressing at this stage.

Although the nitrogen absorbed during dough stage is still translocated to grain considerably, that which remained in stem and root is increased, which may be unfavorable for the dry matter production at this stage. The results of field experiments also show frequently a negative effect of nitrogen top-dressing at this stage.

Key Words : maize, labelled N, uptake and distribution, grain production.

---

1. Contribution No. 1564 from Taiwan Agricultural Research Institute, This study was supported in part by a grant(NSC 75—0409—13055—06) from National Science Council Executive Yuan,ROC.
2. Rerpectively, Soil Scientist and Assistant Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry,TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

牽引式落花生收穫機之研製試驗[1]

陳加忠 陸龍虎 周廷弘[2]

摘要：爲促使落花生收穫作業機械化，農試所著手開發一種曳引機承載單畦牽引式落花生收穫機。此種收穫機之特殊設計爲莖蔓切割機構和振動犁。此機之作業方式爲利用切蔓刀自主根切除花生莖蔓，以振動犁挖掘花生莢，再利用輸送鏈條清潔雜物。此機型設計時特點爲結構簡單，成本低廉，容易操作，經局部調整可適用其他淺根類作物之收穫工作。

關鍵詞：牽引式，花生收穫機，振動犁

落花生爲本省主要的雜糧作物，栽培面積近於五萬公頃左右，在生產作業體系中，由於缺乏適用的收穫機械，因此形成一貫機械化作業的瓶頸，依農林廳雜糧生產成本調查報告，每公頃收穫所需之工資高達兩萬元以上，占總人工成本之半數，因此落花生收穫機械之需求十分孔急。

日本落花生收穫機械開發以小農地使用爲主，先以中耕機附掛單斜面犁挖鬆花生植株，全束花生在田間經人力鬆除泥土後推積至一定高度曝曬，經日光乾燥至含水率濕基20%以下時，再以打擊式脫莢機進行脫莢作業[1]。美國落花生收穫作業爲兩段式[7]，先以挖掘機構（digger-windower）將花生植株挖起並翻覆於田間。在花生含水率低至18—25%（濕基）時，以另一種聯合脫莢機（Combines）進行田間直接脫莢作業。近年來，加拿大 Delhe 農業研究站開發一種一段式收穫之落花生收穫機構[6]。此機型爲曳引機承載式，可將落花生植株自挖掘至收集一貫化處理。此機型自初型機開發後，曾在不同地型與氣候下進行五年六十公頃的田間耐久試驗，再移轉予廠商完成商品機。此種機型田間作業效率約60%，作業能力每小時0.15公頃，其售價約爲七千美元（由一萬元加拿大幣折算）。此機型之應用對象並非美洲大陸傳統栽植之維吉尼亞大粒種，而是同於臺灣慣植之西班牙小粒種。

國內落花生收穫機之研究自民國五十九年開始，一向以一次收穫之聯合收穫機爲設計取向。臺灣省農業試驗所自七十三年度起以省府預算經費進行兩段式落花生收穫機之研究，其設計構想係利用曳引機牽引式落花生收穫機，使切蔓挖掘、清潔和收集等作業一貫化，另專研可減低損傷率之脫莢機，以避免黃麴毒素之感染[1,2]，並利用振動犁之觀念進行落花生挖掘工作，然而此研究因多種因素並未持續執行。近年來，雖有履帶型落花生聯合收穫相繼問世，並進入商品化販售推廣之階段。但是此型收穫機在試驗機與商品機中間階段初型機之田間耐久試驗（在不同田間和氣候下進行長久測試）從未著手執行建立資料，在成本之估算亦有嚴重錯誤[5]，使此型收穫機之適用性缺乏證實，在推廣階段也容易有高故障率之情況發生。另外在作業成本方面，由於此型聯合收穫機作業能力低劣，售價昂貴，每公頃之作業成本極高，無法與人工採收之費用相比[3]，造成了推廣之困難。兩段式落花生收穫方式又開始爲研究界所重視[4]，並進行有關之研究。

此篇論著之目的在於介紹農試所農機系於73年度起兩年內有關曳引機承載牽引之落花生收穫機研究，並對其重要之研究成果振動挖掘犁加以描述，期能提供研究者參考之用，並希望此種研究成果推

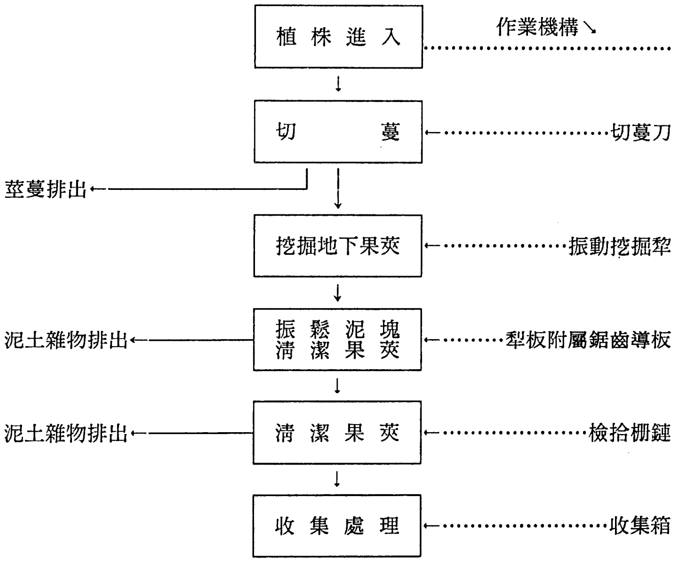
1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1565 號。
2. 本所農工系副研究員、助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

廣應用至其他根類作物之挖掘收穫作業，使此型收穫機年作業面積增加而降低單位面積作業成本。由於此型收穫機之研究係處於實驗機之階段，本文之內容不在於各種機構規格詳細數值或圖型之描述，而是著重於各機構之設計構想和試驗結果之討論。

機件結構

此型曳引機承載牽引式落花生收穫機之全體結構如圖1所示。其主要構件可分爲(A)扶蔓導板，(B)動力傳送機構，(C)切蔓裝置，(D)振動掘取犁，(E)振動產生機構，(F)檢拾柵鏈，(G)裝箱機構。此機體之設計構想主要爲(1)利用切蔓刀於田間先去除花生莖蔓，減輕收穫對象於收穫機構內流通之負荷；(2)利用振動挖掘犁，一方面節省所需能量[7]，一方面有部份清潔除雜作用；(3)利用迴轉式柵鏈進行清潔去土工作。收穫落花生植株之作業流程和作業機構如表一所示。

表一 落花生植株於收穫機內之作業流程和作用機構



各主要構件之機構描述如下：

(A)扶蔓裝置

此裝置位於曳引機座位底下，用以扶取倒伏之花生莖蔓，避免因受後輪的碾壓而影響切蔓性能。

(B)動力傳遞裝置

此裝置利用水稻田整地用迴轉犁修改而成。利用三點連接裝置以承載於曳引機以上。原機只有左側邊驅動，在此研究中改裝爲兩側皆可驅動。左側之動力利用鏈條輸送以驅動振動挖掘犁。右側動力利用皮帶以驅動切蔓裝置和檢拾柵鏈。此機體示意圖如圖 2 所示。

(C)切蔓裝置

於裝置主架按裝2支水平迴轉切蔓刀（圖3），其迴轉方向相反，可左右向兩側排蔓，每支切蔓寬55公分，合計總切寬110公分，並於切蔓刀上焊接輔助排蔓刀以防莖蔓過多影響迴轉軸正常運轉，其工作轉速1,650—2,000r.p.m。

(D)振動挖掘犁

此爲V字型犁，並加裝深淺幅調節輪，振動頻率分320c/min、410c/min兩種。實際振幅3.3cm，實際犁寬86 cm，並裝設犁起角度控制裝置及鋸齒導桿。其構造如圖4。

(E)振動產生裝置

此裝置係利用偏心輪（Cam）運轉原理，使犁板產生不規則之振動（圖5－A）。其示意圖如圖6。由於左邊主驅動軸承之軸心爲偏心運轉，帶動右側之承受犁軸。因爲犁軸上方軸承固定方式，犁板因此前後不規則振動。由機動學原理可繪V型犁之運動軌跡如圖7。由此軌跡可知，犁板以5/8之週期進行挖掘作業，後3/8週期行清潔後送作業。在挖掘時段，犁面作業時間長，速度慢。由於動力爲作用力和速度之乘積，在速度慢時，其作用力大，恰可適用挖掘作業以克服土壤阻力。在後段週期時間短，速度快，適用於挖掘完成之揚起清潔作業。

(F)檢拾柵鏈（圖9）

檢拾輸送柵鏈寬90公分，係使用60＃鏈條並於其上每隔76m/m，安裝直徑15m/m，長83.5公分之圓管共39支，並於圓管上每隔122m/m，焊接高110m/m，直徑1/4吋之圓鐵的檢拾齒，檢拾輸送柵鏈與地面成40°角檢拾輸送。

(G)裝箱機構

此機構係利用導引板（圖9-A）以避免花生莢因離心力而逸出機體。收集部份（圖9-B）係以水果包裝用果籃爲收集箱，集滿後可輕易搬離田區。

材料與方法

一、實驗材料與地點

本機田間性能試驗於農試所試驗田區實施，落花生品種爲臺南9號。

二、田間試驗作業性能

此收穫機以兩種前速度（0.36，0.47m/s），兩種檢拾柵鏈輸送速度（0.4，0.5m/s），在四種不同土壤含水率之田間狀況下作業，以40馬力之曳引機爲牽引母機。每次進行三種覆試驗。實驗之田間作業性能之主要之測定項目有三種：實收穫率，未檢拾損失率與迴繞遺落損失率，其定義如下：

㈠實收穫率

此爲收集裝置內所收集落花生莢重與所有實際落花生產量之重量比值。

㈡未檢拾損失率

此爲落花生果莢經挖起後未進入收穫機體內進行清潔工作而遺落於地面之損失比例。

㈢迴繞遺落損失率

此爲落花生果莢經清潔輸送柵鏈達到去土清潔作用後，未落入收集箱而又隨輸送柵鏈迴繞落於田間之損失比例。

三、田間測定方法

在每次試驗階段，以一畦之寬度（約1公尺）爲基準，測定之長度爲15公尺，分別量測此15平方公尺內之落花生收集量，迴繞損失量，並檢拾計算未檢拾之果莢全量（包括地下埋沒部份）。以此三者總和爲總收穫量，再分別計算實收穫率，未檢拾損失率與迴繞損失率。所得數據（三重覆）在不同條件下之影響顯著性以變方分析統計技術加以執行。

試驗結果與論

一、機體各部結構之性能

㈠切蔓裝置

此裝置於田間之作業性能良好，但切蔓效率受到花生植株成長角度影響，過度倒伏之莖蔓將影響切割性能，因此此設備需有作物條件配合。切蔓挖掘之果莢與原植株之比較如圖10。

㈡振動挖掘犁

在田間挖掘作業時，此振動犁之振動軌跡運作合乎要求，因此此型之設計更可適用於淺根類之作物如大蒜、芋頭等。在耐久性能方面，因爲振動犁板板受到動力傳軸兩端之驅動，在中間軸心因應力集中而產生輕微彎曲。驅動軸承承接銲接部份亦易產生裂痕，顯示振動犁之結構強度要求比一般挖掘犁更高，此爲設計參數選定時必須考慮之項目。

㈢檢拾柵鏈

檢拾柵鏈因其長度影響，在田間作業時亦隨地形上下振動，使清潔作用增大。但是隨機體之空間限制，柵鏈之長度增長雖增加清潔能力，但亦增加機體操作之困難。此爲本省小田區地形對農機發展之限制。國外之根類作物挖掘如落花生、馬鈴薯與甘藷等都具有龐大體積之清潔輸送裝置，以增加作業能力。日本小機具之發展係以挖掘器爲主，挖掘後之作物仍置於田間以人力檢拾並兼清潔工作。本省此型農機具之開發研究在此受到作業環境之限制，克服方式應自田區大小之調整著手。

二、田間作業性能

此作業機之田間作業性能測定結果如圖11。

㈠實收穫率

由變方分析之結果顯示土壤水份，前進速度與輸送柵鏈速度均對收穫率有顯著影響。高含水率之土壤（13.5～14.5%）有較高之收穫率。前進速度和輸送速度愈高，收穫率愈好。

㈡未檢拾損失率

在低前進速度和低輸送柵鏈速度之情況，振動犁挖起之花生主果莢並未能夠後送至後部機體，柵鏈亦未有足夠速度加以檢拾。在高前進速度和高柵鏈檢拾速度之條件下，挖起之花生莢能順利進入清潔機構，因此此類損失降至最低。土壤含水率對未檢拾損失率之影響不明確。

㈢迴繞遺落損失率

收穫機前進速度對此項性能並無顯著效應。土壤含水率未有顯著影響。然而檢拾柵鏈迴轉速度之影響極大。高迴轉速度造成迴繞遺落率之增加，其原因可能檢拾齒彎曲角度有關，今後宜改變其角度著手改良。

綜合上述結果可知前進速度之增加可降低未檢拾損失率。輸送鏈條迴轉速度之增加率雖然提高了2%左右的迴繞損失，但顯著的降低未檢拾損失率（5～6%），因此提高了總實收穫率。此結果可爲同型根類作物收穫機參考之用。

三、專用機與兼用機之適用性

在歐美和日本各型的收穫機械開發研究中，以穀物之專用聯合收穫機構最爲複雜，成本昂貴，但其作業能力亦強大。在根類作物收穫方面，則以曳引機附屬農具開發爲主，此種機構工作能力偏低，但因機體簡單，成本低廉，泛用性廣，也爲農業界所接受利用。在農機作業成本之研究中[3]，單位面積作業成本之主要影響因子爲購買成本和作業能力。對於兩大型態的收穫機具而言，穀物收穫之專用機其成本高昂，但因作業能力強，合乎經濟成本之考慮要求。根類作物之附屬農具型收穫機具，作業能力雖然不高，但其成本十分低廉，亦合乎經濟性要求。國內落花生收穫用專用機其成本高，作業能力低，又未通過耐久試驗之考驗[3]，其推廣工作之困難，以機械化作業體系之觀點來看是可預期之事，因此國內各種作物機械化作業體係之規劃應著手建立，以做爲農機研究開發之參考。對收穫機械開發之型式亦應預先以經濟成本加以分析決策。此研究之落花生收穫機具有機體簡單，成本低廉之特點，應是值得繼續加以研究發展。在一次收穫之機型開發方面，加拿大之收穫機其作業對象爲與本省相同之西班牙小粒種，因此亦值得引進參考。

圖 1　曳引機牽引式落花生收穫機之結構

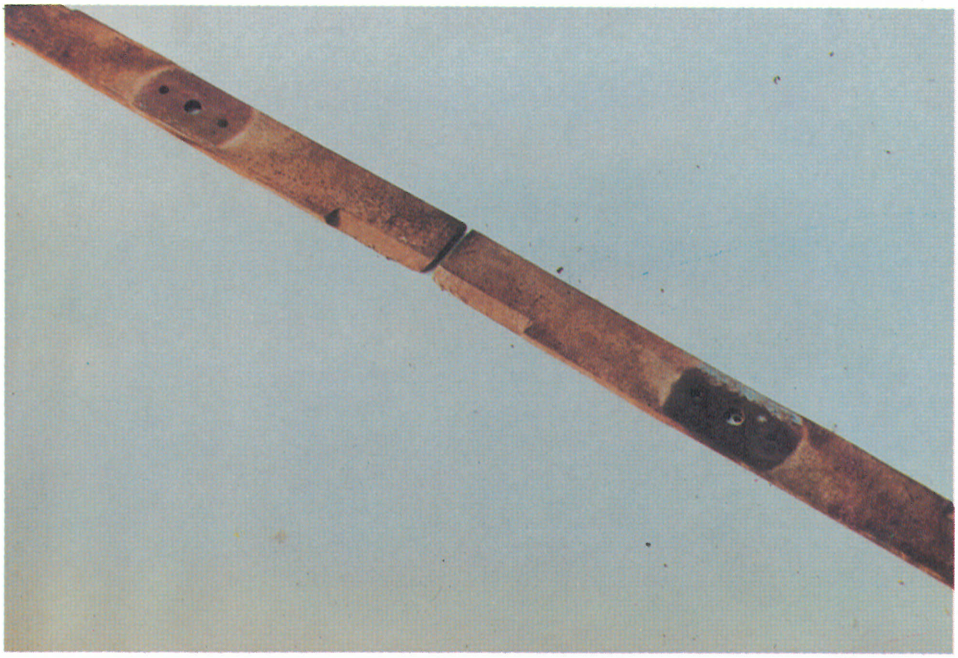


圖 3　雙片式切蔓刀

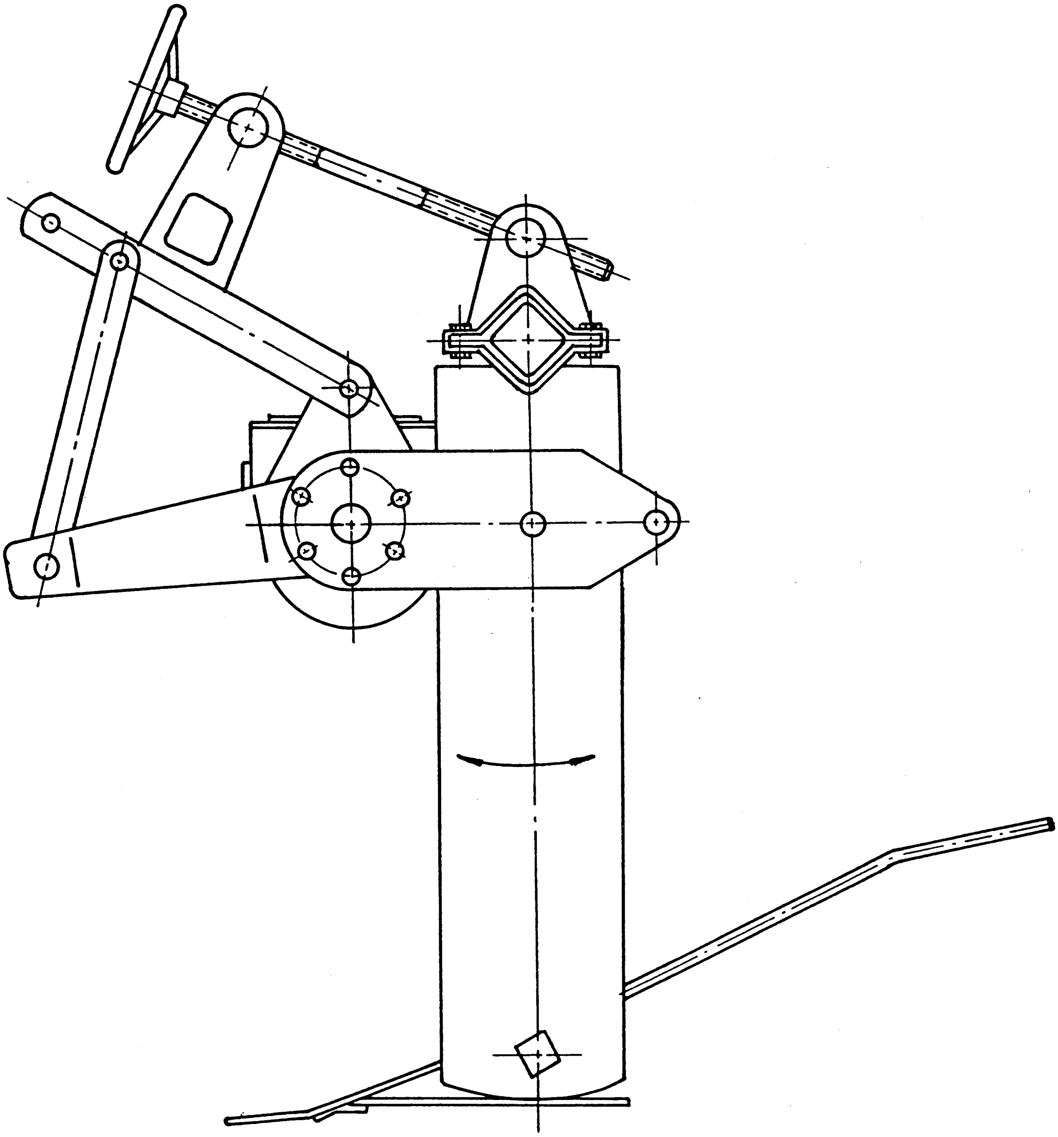


圖 2　動力傳送機構示意圖

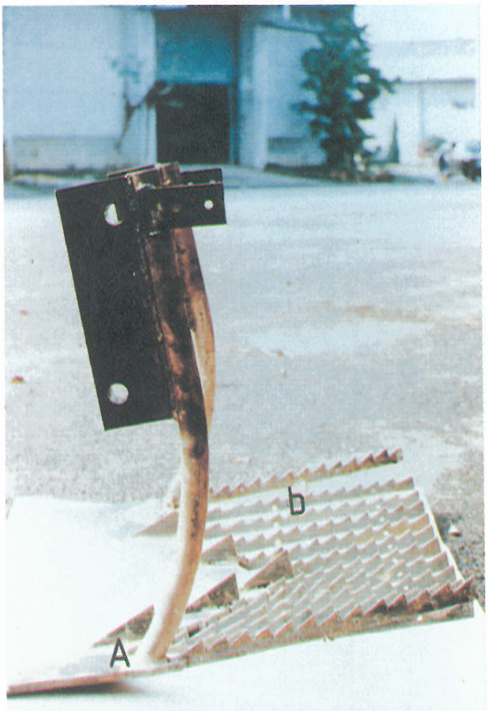


圖 4　振動掘起犁　(A)犁板　(B)鋸齒導桿

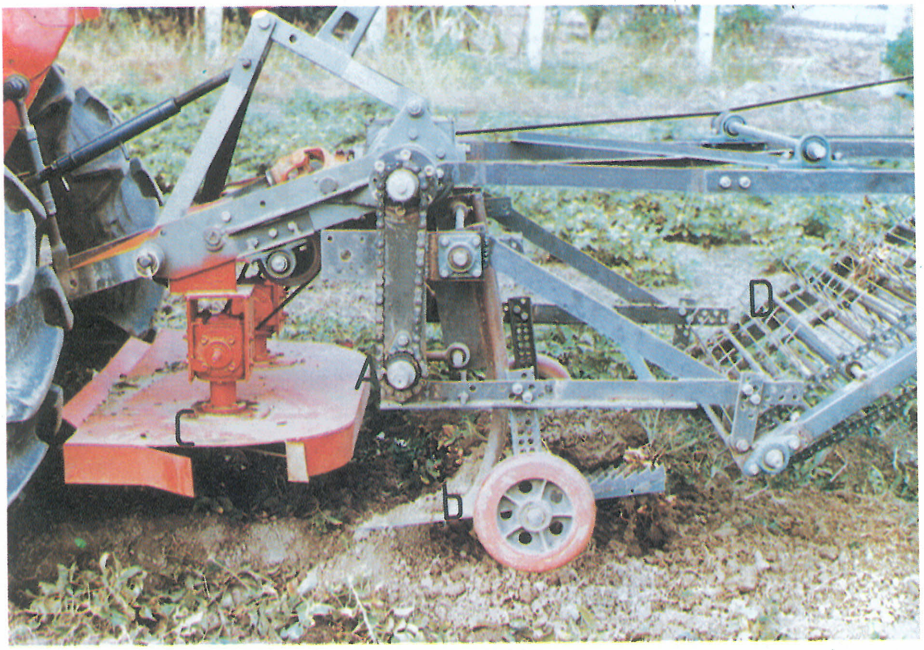


圖 5　振動產生裝置與其他機構
(A)偏心輪　(B)導輪　(C)排蔓口　(D)檢拾柵鏈

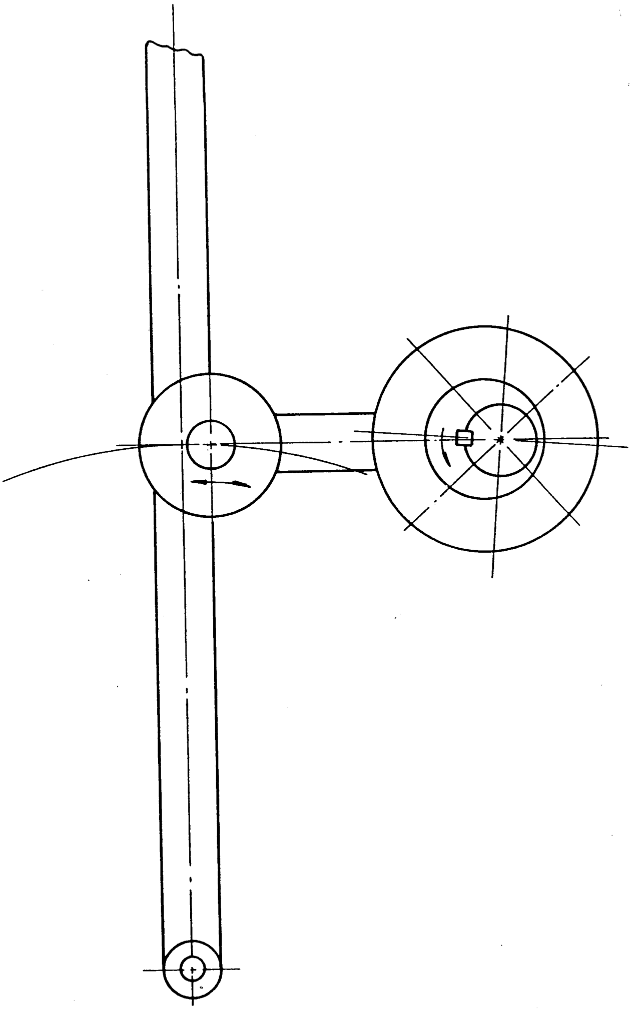


圖 6　振動產生裝置示意圖

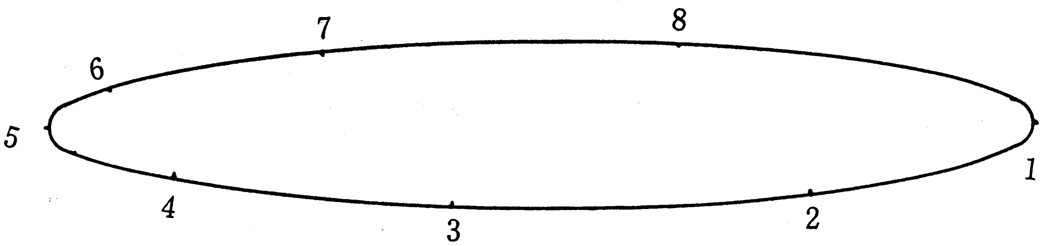


圖 7　挖掘犁之運動軌跡

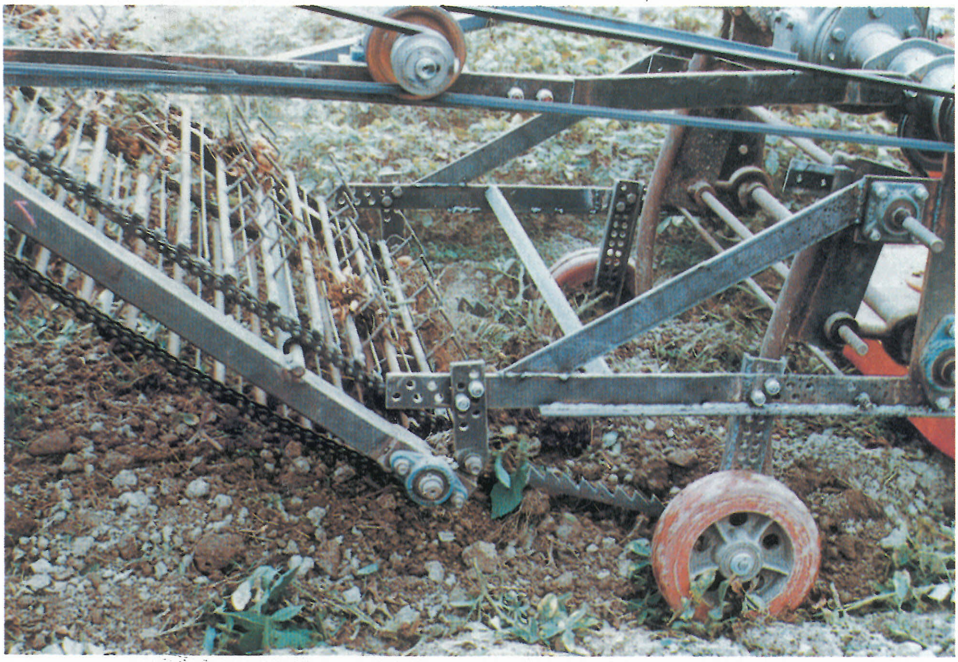


圖 8　檢拾柵鏈

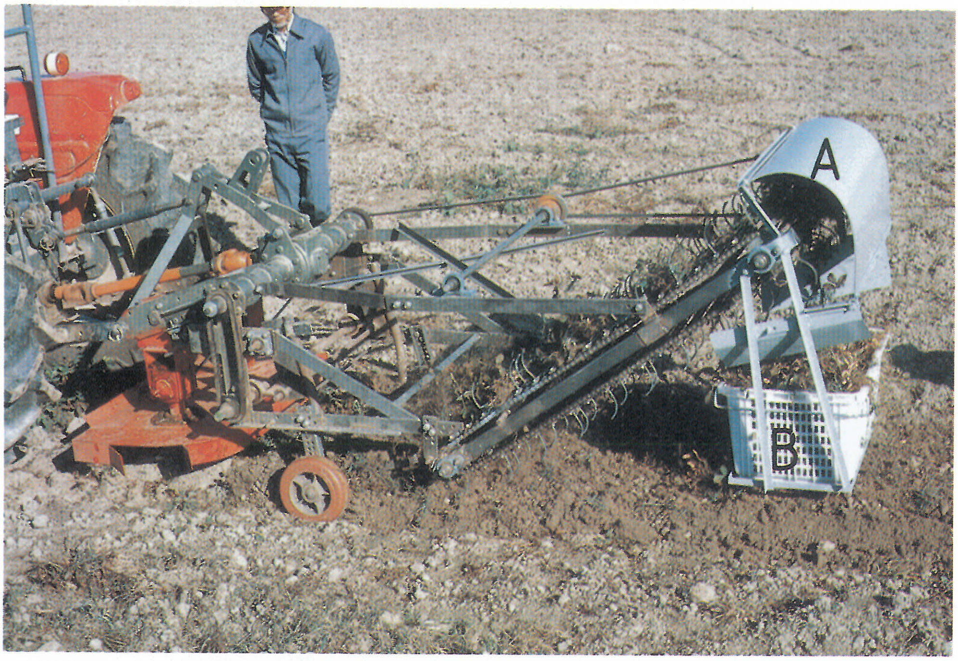


圖 9　集箱裝置　(A)導引板　(B)收集箱

圖10 花生切蔓處理前後之比較

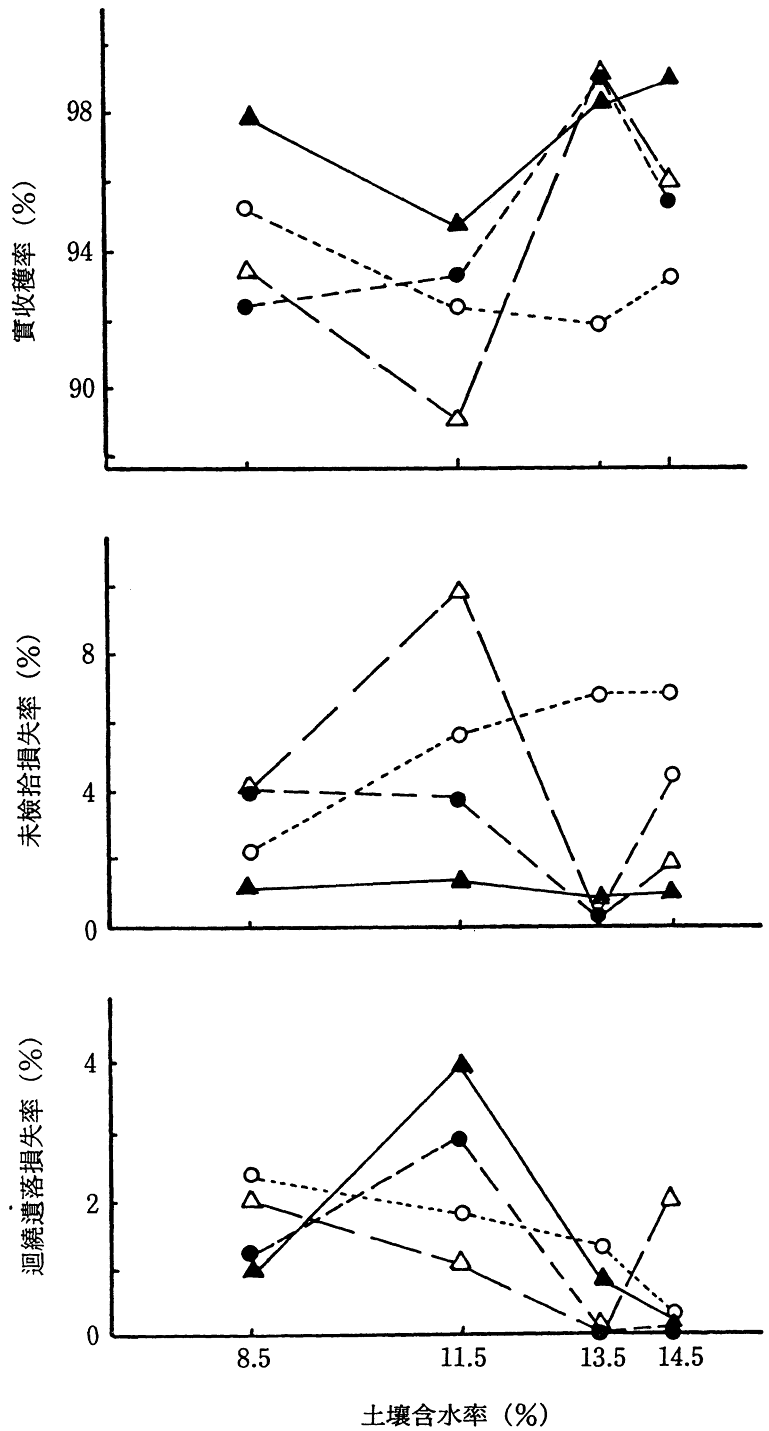


圖11　落花生收穫機田間作業性能

結　論

爲解決落花生之收穫問題，農試所著開發研究兩段式曳引機牽引式落花生收穫機。其工作項目爲切蔓、挖掘、檢拾、清潔、收集等作業一貫化。因爲此機型爲曳引機附屬農具、具有設備簡易，結構簡單，成本低廉與容易操作等特點。其田間操作僅需利用40馬力之曳引機。其振動犁挖掘設計更可適用多種淺根根類作物。此型之收穫設備若在泛用性方面加強研究，則對小農區之各型淺根類作物收穫工作有廣乏之用途，且可降低作業成本。

參考文獻

1. 陳加忠，周廷弘，陸龍虎，1989，打擊式落花生脫莢機性能之研究. 中華農業研究，38(1)：140—155。
2. 陸龍虎，賴建洲，陳加忠，1989，螺旋式落花生脫莢裝置性能之探討與脫莢物性分析. 農業工程學報，35(2)79-86。
3. 陳加忠，賴建洲，1990，雜量收穫機械使用成本之研究. 農業工程學報36(1)：52-59。
4. 馮丁樹，林金燉，1990，兩段式落花生收穫機之研製，農委會80年度農建計畫。
5. 杜金池，梁連勝，1989，農試型花生聯合收穫機之研究開發，臺灣農業25(1) ：47-51。
6. Bilanski, P; H. White, R. C. Roy and W.D. Gravam, 1989, High-moisture Peanut harvester, APPLIED ENG in AGRICULTURE. Vol 5(4):457-462.
7. Kepner, R. A; R. Bainer and E. L. Barger, 1982, Principles of Farm Machinery, AVI. Publ.

A study on the Tractor-mounted Peanut Harvester[1]

C. C. Chen, L. H. Lu, T. H. Chow[2]

Summary

A single-row, tractor-mounted peanut harvester capable of harvesting peanuts was developed by researchers at the Taiwan Agricultual Research Institute. The vine-cutting mechanism and vibrating plow were the specific designs of this equipment. This machine cutted the vines from the taproot digged it from the ground by vibrating plow, and then seperated and cleaned soil debris from the plants using conveying grid-chains. The simplicity, low cost and easy operation were the characteristics of this machinery. This equipment can serve as the universal harvester for shallow root crop harvesting with minimum modification.

key words : Tractor-mounted, Peanut harvester, Vibrating plower.

---

1. Contribution No. 1565 from Taiwan Agricultural Research Institute, Taiwan, R. O. C.
2. Associate researcher, Assistant, TARI, Taichung, Taiwan R. O. C.

落花生平衡相對濕度物性之研究[1]

陳加忠　曹之祖　賴建洲[2]

摘要：在此研究中利用平衡相對濕度依序量測法以量取落花生全莢，仁與殼在5溫度下平衡相對濕度與平衡含水率之相關物性。平衡相對濕度之量測範圍爲10至95%。利用平衡相對濕度量測法所得結果與傳統平衡含水率量測法之結果並無差別。去濕和吸濕數據對於四個平衡相對濕度模式適稱性的比較結果和參數估計值均列舉於此研究中。落花生全莢，仁與殼均具有明顯的遲滯現象。

關鍵詞：落花生，平衡含水率，平衡相對濕度模式

落花生爲本省主要的雜糧作物之一，爲提高產值，在落花生的收穫後處理作業中，乾燥、貯存及包裝是十分重要的工作。此三種加工作業之處理流程均需預知其平衡相對濕度，平衡含水率，與溫度三者之物性關係。在利用電腦模擬以評估，設計落花生加工作業之最適條件時，必須建立適當的數學模式以描述此三者之關係。

本省落花生主要品種在此方面物性之研究一向闕如，僅有兩品種在25°C時，花生仁之物性[1]與測定在兩溫度（35，45°C）時，五種平衡相對濕度條件下其平衡含水率之相關數據[19]。

由於落花生其果莢（Pod）主要由花生殼（Hull），花生仁（Kernel），與其間隙所含空氣三者組成，其結構性比其他農產品更爲複雜，因此有關平衡相對濕度，平衡含水率在不同溫度下的物性關係測定，在以傳統平衡含水率測定法（EMC Determination）進行時，測定工作十分複雜，因此有關之研究資料比其他農產品猶少。

在國外的相關研究中，大多數之物性資料僅爲定溫度下少數之數據[8,16,18]。較爲完整之物性資料[9]，量測三種溫度下（50，70，90°F）之數據，但其平衡相對濕度值均在20%以上。Young 氏[20]之數據範圍較廣，但由於具有大的實驗誤差，其數據之分佈不具規律性。上述之落花生品種均爲維多利亞種（Viginia type）。

在有關描述平衡相對濕度，平衡含水率與溫度三者關係之模式研究中，Pfost 等氏[17]利用 Beasley 氏[9]之有關數據以非線性迴歸求估 Modified-Henderson 模式與 Chung-Pfost 模式之參數數值，並以此數據做爲 ASAE 之標準（Standard）。然而 Chen[11] 經由迴歸評估發現上述兩模式均不適用落花生之此項物性。在對花生莢進行乾燥模式適稱式之評估時，Colson 與 Young 氏[12] 發現良好的 EMC 預測值對乾燥模式適稱能力有極顯著之影響，因此 ERH, EMC 與溫度三者關係模式之建立更爲重要。

此研究之目的如下：

1. 以已建立之平衡相對濕度依序量測法量測本省主要落花生品種臺南9號花生莢，殼與花生仁在五種溫度下其含水率與平衡相對溫度之關係。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告 1566 號。

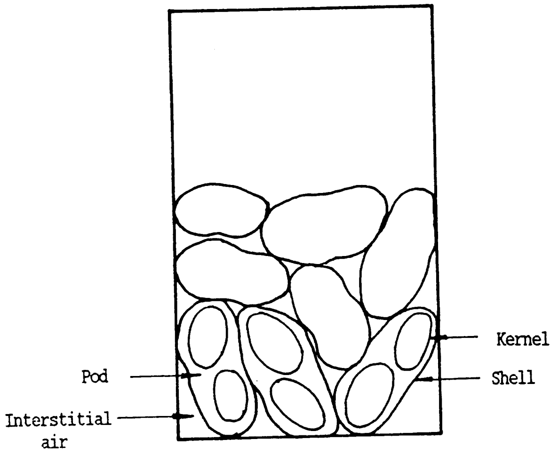
2. 本所農工系副研究員，技士，助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

2. 量測在上述作業落花生去濕（Desorption）與吸濕（Adsorption）之物性。
3. 評估適用之平衡相對濕度模式，並建立落花生果莢，殼與仁三者之適用參數。
4. 以此實驗所得資料探討落花生貯存時之安全含水率條件。

理論探討

利用平衡相對濕度依序測定法（ERH Step-by-Step Determination）可於短時間內測定大量且準確的數據[11,4]。此方法應用於落花生平衡相對濕度測定時，更可依此同時測定落花生全莢，仁與殼三者平衡含水率與平衡相對濕度之關係，其應用原理介紹如下：

將落花生果莢置於密封之容器內，形成一獨立且密閉（Isolate independent and closed）系統。在最初階段未達平衡時（如圖1. a 所示）。落花生果莢，仁與殼三者之含水率並不相等。在平衡相對濕度方面，落花生果莢、仁與殼三者之數值與果莢內外之空氣亦不相等，上述四者之溫度亦不相等。將此容器置於恆溫環境之內（圖1.b），在達到熱與質平衡狀態時，花生全莢、仁、殼與容器內花生莢間隙之空氣其溫度和相對濕度完全相等，介由感應器之量測，可測得此系統於平衡狀態時之溫度與平衡相對濕度值。將容器外界溫度依序增加，此即可得不同溫度下各平衡相對濕度。容器內之落花生取出後分別量測殼與仁之含水率，再依兩者含水率和質量比可計算求得全莢之含水率。此即是在此平衡相對濕度時落花生果莢、仁與殼之平衡含水率，依此方法可於短期內量得大量且準確之數據。



$M_p \neq M_k \neq M_s$

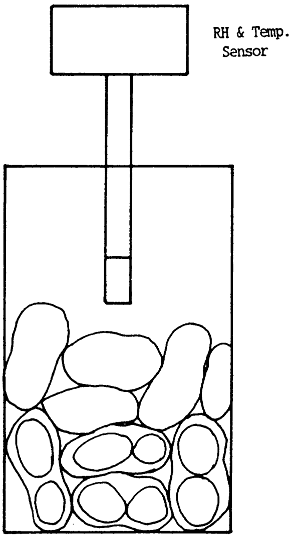
$(ERH)_p \neq (ERH)_k \neq (ERH)_s \neq (ERH)_{air}$

$(Temp.)_p \neq (Temp.)_k \neq (Temp.)_s \neq (Temp.)_{air}$

(a). Initial condition

圖1.a 容器內落花生密閉系統最初狀況

Fig 1.a Initial condition of a closed systems with peanuts in the container.



$M_p \neq M_k \neq M_s$

$(ERH)_p = (ERH)_k = (ERH)_s = (ERH)_{air}$

$(Temp.)_p = (Temp.)_k = (Temp.)_s = (Temp.)_{air}$

(b). Final condition

圖1.b 容器內落花生密閉系統平衡狀況

Fig 1.b Equilibriate condition of a closed systems with peanuts in the container.

材料與方法

一、實驗材料

此研究中落花生品種爲臺南9號。平衡相對濕度去濕性質測定所用樣品以50°C之熱風乾燥至預定之含水率。回潮性質所需之樣本則自極低含水率之樣品加水調整至預定之含水率。所有樣本存放塑膠瓶內加以密閉以成獨立隔絕之系統。所有樣本均存放兩個月以上使落花生容器（250ml）內果莢水份到達平衡狀態。樣本存放環境維持於3°C以避免發霉狀態。

二、相對濕度感應器

此試驗所用之相對濕度量測感應器有兩種：

a.Vaisala Humidity Transmitter HMD 30 US

b.Rotronic I-100 sensor

兩型感應器校正方程式之建立與性能評估已有研究[5]。

三、平衡相對濕度之量測

此研究方法採用平衡相對濕度依序量測法，此方法如同稻穀此項物性之方式[5,11]。

量測溫度爲五種（5，15，25，35，與45°C），平衡歷程（history）有去濕和吸濕兩項，相對濕度之量測範圍爲10～95%。

四、平衡含水率之量測

以傳統平衡含水率之量測方式量取25°C環境下，落花生吸濕過程平衡含水率與相對濕度之關係。以十三種飽和鹽溶液爲標準相對濕度產生裝置，其種類和相對濕度標準值如同表一所示。

表1. 落花生平衡含水率測定所用飽和鹽溶液及其產生相對濕度標準值

Table 1. The saturated salt solution and its standard RH valued for the measurement of EMC properties of peanuts.

KOH	8.23%	KI	68.86%
Licl	11.30%	Nacl	75.29%
CH_3Cook	22.51%	KBr	80.89%
$Mgcl_2.6H_2O$	32.78%	Kcl	83.34%
K_2CO_3	43.16%	KNO_3	93.58%
$Mg(NO_3)_2.6H_2O$	52.84%	K_2SO_4	97.30%
NaBr	57.57%		

Source：L. Greenspan, 1977[13]

在進行落花生平衡含水率之量測時，將5粒以上全莢之落花生放置於飽和鹽溶液所形成之相對濕度環境之容器內。所有容器均置於25°C之恆溫箱內，在八週之後取出果莢分別測定殼與仁之含水率，再計算全莢含水率，含水率量測所用之溫度與乾燥時間均依 ASAE 標準值（ASAE S352.1），含水率在此研究中均以乾基百分率（dry basis,%）表示。

五、平衡相對濕度模式

在此研究中以四種含三參數之 ERH 模式以探討落花生果莢，殼與仁其平衡相對濕度、平衡含水率與溫度三者關係，模式描述如下：RH 代表相對濕度（小數點），M代表含水率（%，乾基），T爲溫度（°C）。

1. 修正 Henderson 式。

$$RH=1-Exp(-A(T+C)M^B)$$

2. Chung－Pfost 式

$$RH=Exp\left[\frac{-A}{T+C}Exp(-B\cdot M)\right]$$

3. 修正 Halsey 式

$$RH=Exp\left[Exp\left[A+B\cdot T\right]\cdot M^{-C}\right]$$

4. 修正 Oswin 式

$$RH=\frac{1}{\left(\frac{A+BT}{M}\right)^{c}+1}$$

六、模式適稱性評估

此研究量測所得落花生平衡相對濕度，平衡含水率與溫度之有關數據經非線性迴歸以評估四 ERH 模式之適稱性（fitting-agreement）。執行迴歸之軟體係以 GM-BASIC 語言撰寫而成。

模式適稱性之評估標準在定量方面有 R^2, S.E., P 與 RMS 值，定性方面則描殘差值對預測值之分佈圖形。上述標準其定義和計算公式如同稻穀此物性最佳適稱模式之比較[4]

結果與討論

一、EMC 量測法與 ERH 量測法之比較。

利用 EMC 量測法所得之數據如圖2所示。由於在高相對濕度（RH>90%）之環境，落花生莢有發霉現象，因此此環境所得之平衡含水率僅提供參考之用，由此也可驗證傳統 EMC 量測法在高相對濕度之環境所受之限制。

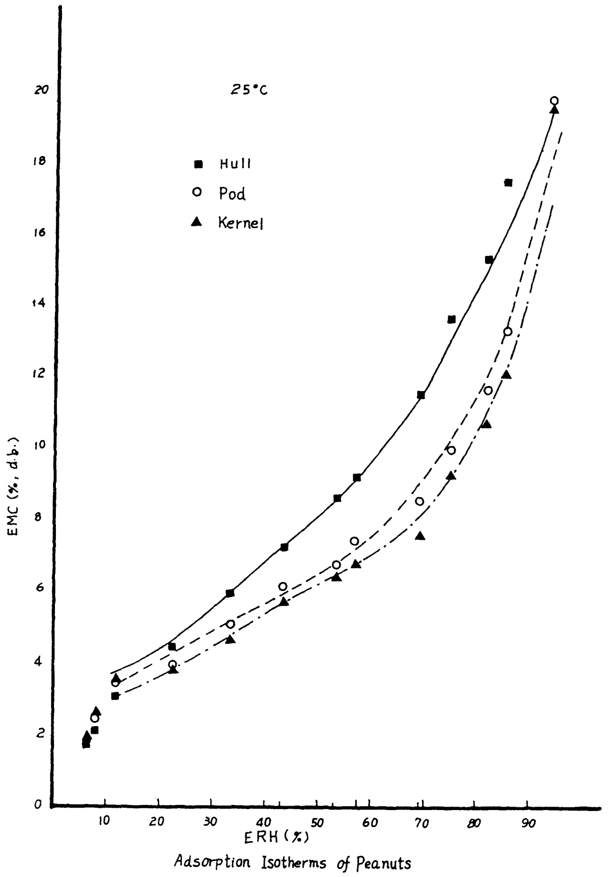


圖2. 不同方法所得 ERH/EMC 數據之比較

Fig 2. Comparing the ERH/EMC data from different method.

在低相對濕度（RH<20%）之環境，花生仁之平衡含水率高於殼，而全莢含水率則介於兩者之間，隨著相對濕度之增加（RH>20%），花生殼所能吸收水份急速的增加，花生仁所吸收之水份則較爲緩慢。此現象可由其組成成分加以說明：花生仁之主要成分爲油份，殼之主要成分爲纖維質（fiber），在低相對濕度環境，高油份農產品所有之含水量高於高纖維成份之農產品，然而隨著環境中相對濕度成份之增加，兩者所能吸收之水份則相反[11]。由落花生此項物性之研究亦證實了此結果。

爲使 ERH 量測之結果容易與 EMC 方法之數値互相比較，以代表 ERH 數據最佳適稱方程式於此溫度（25°C）之等溫曲線描繪於圖2（最佳適稱方程式，將於以下章節內容加以描述）。以圖2曲線之分佈與 EMC 方法所得數據加以比較，可知兩種方法所得之結果並無顯著之不同，因此可驗證 ERH 測定之準確性。

二、去濕之（ERH／EMC）物性

落花生在五種溫度下果夾、仁與殼其含水率和平衡含水率之相關數據如圖3.4.5所示。

(一)落花生莢

全莢在三個溫度條件下其 ERH/EMC 性質如圖3所示。溫度對曲線的分佈有顯著的影響，數據之分佈曲線近似指數曲線，其S型（S-shape）關係明顯性不如稻穀之等溫水份線[4]。此可歸因於其含高油份之特性。

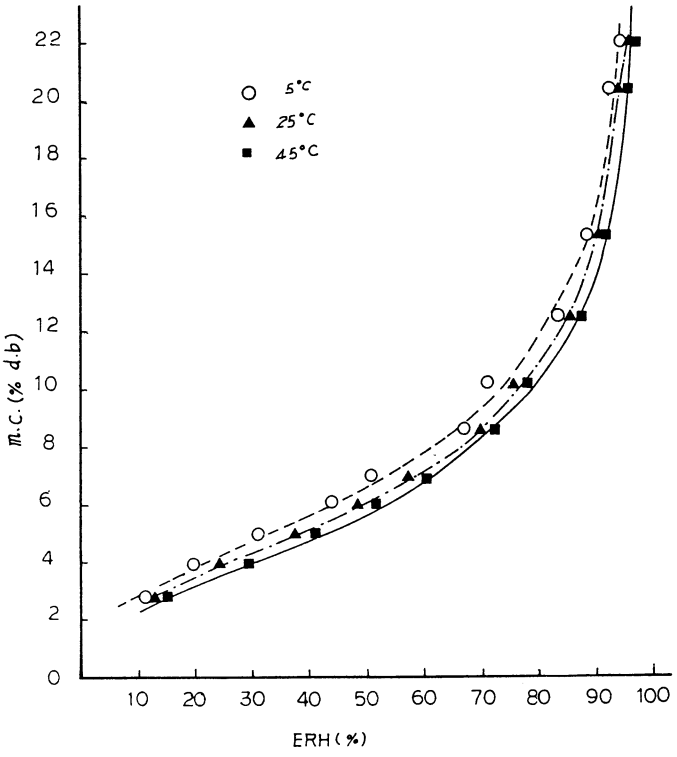


圖3. 落花生莢之去濕數據

Fig 3. Desorption data of peanut pod.

四個 ERH 模式對此落花生果莢 ERH/EMC 性質之迴歸係數和適稱性能比較如表2—1所示。僅有修正 Oswin 式可適用此種農產品，其他三模式雖然有大的 R^2 值（均大於0.985）但其標準迴歸均差都大於2.7% RH，殘差分佈圖都有明顯之曲線分佈，因而可知此三模式均不能適切的描述花生莢 ERH/EMC 分佈性質。

表2. 落花生去濕過程四 ERH 模式參數估計值與比較標準

Table 2. Estimated parameters and comparison criteria for four ERH models of desorption data for peanuts

		Modified-Henderson	Chung-Pfost	Modified-Oswin	Modified-Halsey
1. Pod	A	1.8433E-4	648.395	6.8299	3.0005
	B	1.6636	0.27153	−1.7698E-2	−5.9431E-3
	C	141.512	135.55	2.5454	1.7809
	R^2	0.985	0.989	0.995	0.989
	S. E.	3.197	2.780	1.907	2.728
	P	5.958	4.783	3.520	6.33
	RMS	9.107	7.302	4.90	11.923
	Residual Plot	Pattern[1]	Pattern	U.S.[2]	Pattern
2. Kernel	A	1.879E-4	747.86	6.23297	3.23456
	B	1.7939	0.3246	−1.811E-2	−5.8726E-3
	C	125.4	133.3	2.7527	2.0032
	R^2	0.972	0.979	0.991	0.995
	S.E.	4.34	3.74	2.50	1.92
	P	9.10	7.10	6.31	3.62
	RMS	17.58	14.08	13.05	5.29
	Residual Plot	Pattern	Pattern	U.S.	U.S.
3.Hull	A	1.3360E-4	594.338	8.9856	3.3757
	B	1.5936	0.1904	−2.5211E-2	−6.169E-3
	C	142.51	140.96	2.3765	1.7257
	R^2	0.992	0.994	0.985	0.968
	S.E.	2.28	1.96	3.18	4.67
	P	4.57	3.67	6.70	10.3
	RMS	7.26	5.31	12.95	22.03
	Residual Plot	U.S.	U.S.	Pattern	Pattern

Note 1. Systematic pattern 2. U. S.: Uniformly Scattered points

以修正 Oswin 式於三種溫度之預測曲線和實驗數據加以比較（圖3），由曲線分佈與數據之符合性可顯示此模式之良好適稱能力。

㈡落花生仁

花生仁三個溫度條件下其 ERH/EMC 性質如圖4所示。由於花生果仁含油量極高，數據

之分佈亦近似指數曲線。

四個 ERH 模式對於花生仁此物性適稱性比較之參數估計值與判別標準列於表2—2。修正 Henderson 式與 Chung-Pfost 式之 R^2 值數小，S. E., P 與 RMS 值相當大，殘差圖亦有明顯地曲線分佈，因此此兩模式並不適用。修正 Oswin 式與修正 Halsey 式有均稱分佈之殘差圖形，顯示這此模式可用於代表花生仁 ERH/EMC 分佈性質。修正 Halsey 式在定量標準方面比修正 Oswin 式更優越，可視為最佳之適稱模式。以修正 Halsey 式所描繪三溫度曲線如圖4。

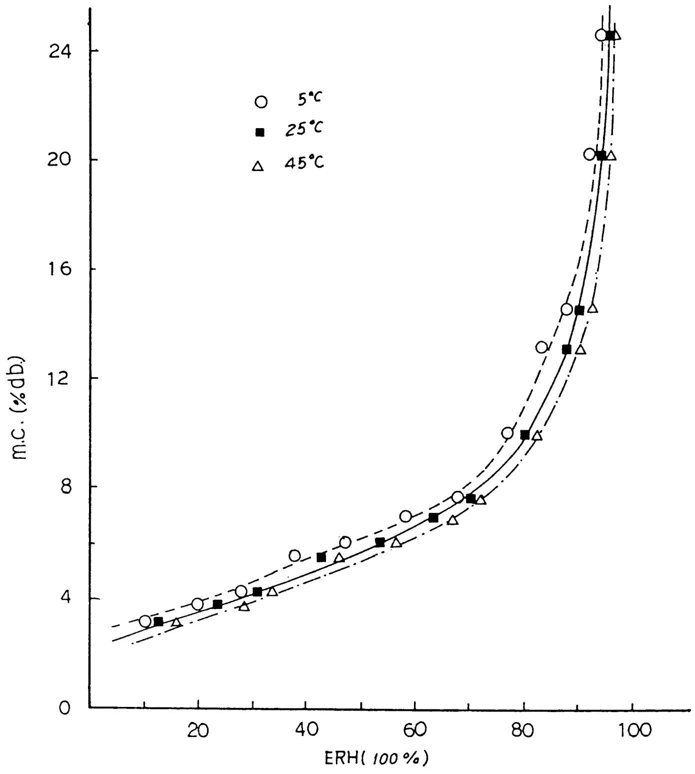


圖4. 落花生仁之去濕數據

Fig 4. Desorption data of peanut kernel.

(三)落花生殼

落花生殼在三個溫度下 ERH/EMC 之分佈圖形如圖5所示，圖形分佈則更接近S型曲線。

四 ERH 模式對於花生殼此物性之適稱性比較列於表2—3。修正 Henderson 式與Chung-Pfost 式之殘差圖具有常態均勻分佈之性質，然而 Chung-Pfost 式在定量標準方面有較好的性能。修正 Oswin 式與修正 Halsey 式並不適用此種農產品，以 Chung-Pfost 式所描繪之三定溫水份線示於圖5。

文獻中 Beasley 氏之落花生 EMC 量測數據其適用模式已有研究[11]。其中花生莢之適用模式為修正 Oswin 公式，花生仁之適用模式為修正 Oswin 式與修正 Halsey 式，花生殼之適用模式為修正 Henderson 式與 Chung-Pfost 式。兩種數據模式適稱性的比較結果均相同。

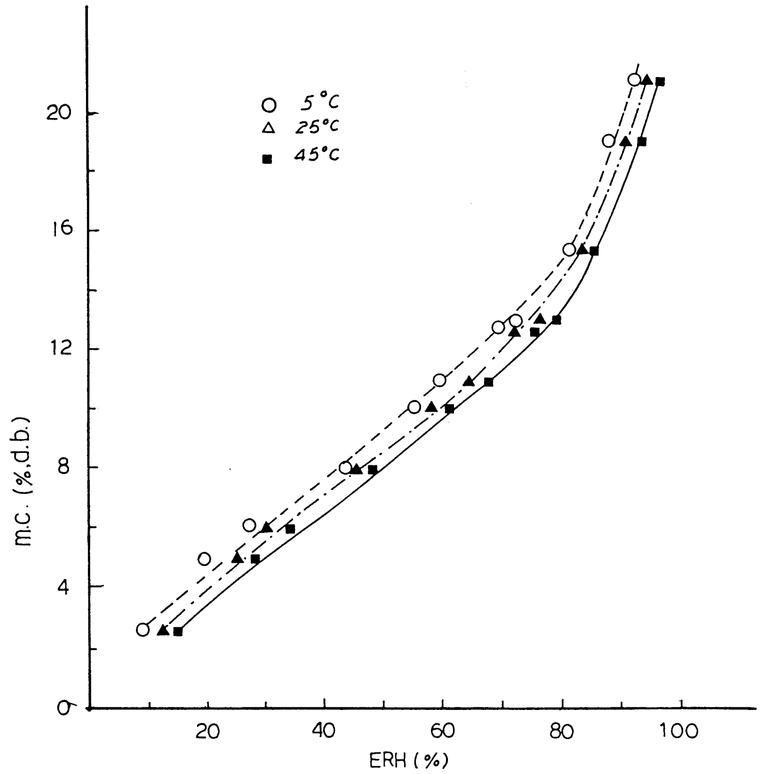


圖5. 落花生殼之去濕數據

Fig 5. Desorption data of peanut hull.

三、吸濕 (ERH/EMC) 物性

四 ERH 模式對三種成份之適稱性參數估計值與比較結果列於表3。對花生莢而言，修正 Halsey 式有較好的定量標準，對於去濕之花生莢而言，僅有修正 Oswin 式適用，由此可知吸濕過程不僅改變了花生莢之水份等溫線曲線形狀，也影響了適用之 ERH 模式。

表3. 落花生吸濕過程四 ERH 模式參數估計值與比較標準

Table 3. Estimated parameters and comparison criteria for four ERH models of adsorption data for peanuts

		Modified-Henderson	Chung-Pfost	Modified-Oswin	Modified-Halsey
1.Pod	A	2.651E-4	531.70	6.6792	2.9420
	B	1.4503	0.239	−1.8208E-2	−5.6004E-3
	C	154.70	141.60	2.302	1.7725
	R^2	0.964	0.966	0.986	0.992
	S.E.	4.35	4.23	2.68	2.03
	P	7.84	7.68	5.24	4.00
	RMS	17.80	16.04	12.40	8.30
	Residual Plot	Pattern	Pattern	U.S.	Pattern

2. Kernel	A	3.533E-4	514.57	6.1971	2.8227
	B	1.408	0.258	−2.075E-2	−5.4890E-3
	C	143.26	141.42	2.2087	1.7998
	R^2	0.948	0.949	0.907	0.989
	S.E.	5.23	5.17	3.61	2.41
	P	9.88	9.71	7.00	4.62
	RMS	21.50	19.90	16.30	11.00
	Residual Plot	Pattern	Pattern	Pattern	U.S.
3.Hull	A	1.8502E-4	589.84	8.5250	3.3654
	B	1.5215	0.194	−2.3876E-2	−5.687E-3
	C	129.15	147.81	2.3947	1.769
	R^2	0.984	0.988	0.991	0.984
	S.E.	3.08	2.51	2.41	3.10
	P	4.96	4.40	3.16	5.02
	RMS	8.51	7.57	4.45	7.96
	Residual Plot	U.S.	U.S.	U.S.	Pattern

對於花生仁之吸濕數據進行非線性迴歸之結果顯示僅有修正 Halsey 氏適用。對於花生殼而言，有三種模式可做爲適用模式：修正 Henderson 式，Chung-pfost 式與修正 Oswin 式，在定量標準比較方面，以修正 Oswin 式最優。

由上述之結果可知吸濕過程之適用模式與去濕過程所得結果並不相同。

四、遲滯效應

花生莢於5°C與45°C之遲滯現象以其適稱模式繪製曲線如圖6所示。主要之遲滯效應發生於相對濕度30—75%之範圍，5°C之遲滯效應顯著地高於45°C。

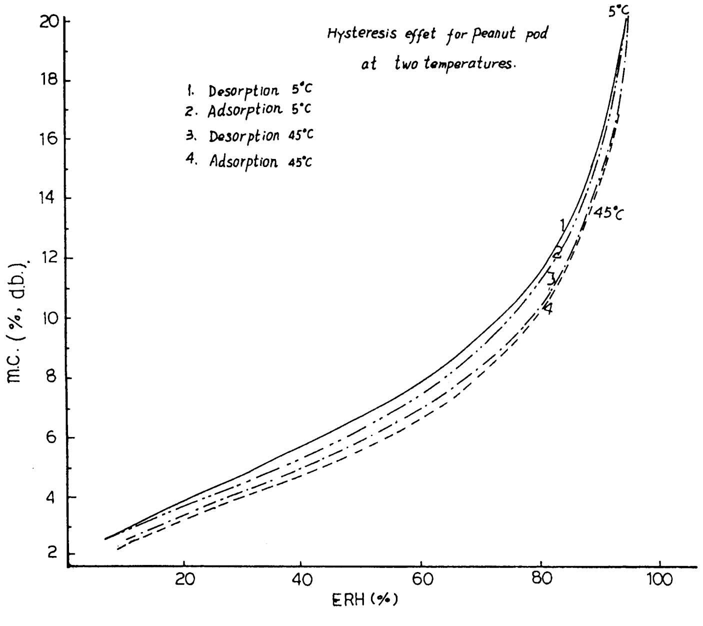


圖6. 落花生莢於兩溫度下之遲滯現象

Fig 6. Hysteresis effect for peanut pod at two different temperatures.

花生仁在兩種溫度條件下之遲滯效應如圖7。遲滯現象幾乎分佈於所有相對濕度之範圍。5°C時遲滯性高於45°C。

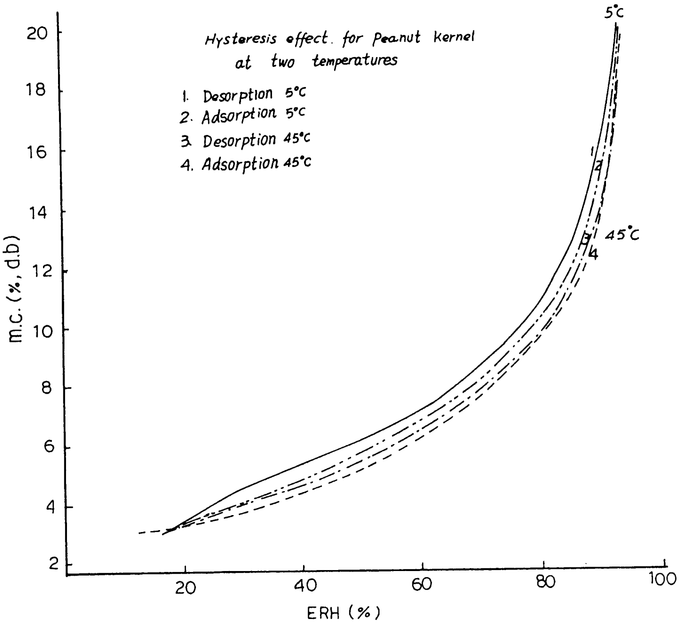


圖7. 落花生仁於兩溫度下之遲滯現象

Fig 7. Hysteresis effect for peanut kernel at two different temperatures.

花生殼兩溫度之遲滯現象圖示於圖8，遲滯性之分佈較不規則，5°C時遲滯性亦高於45°C。

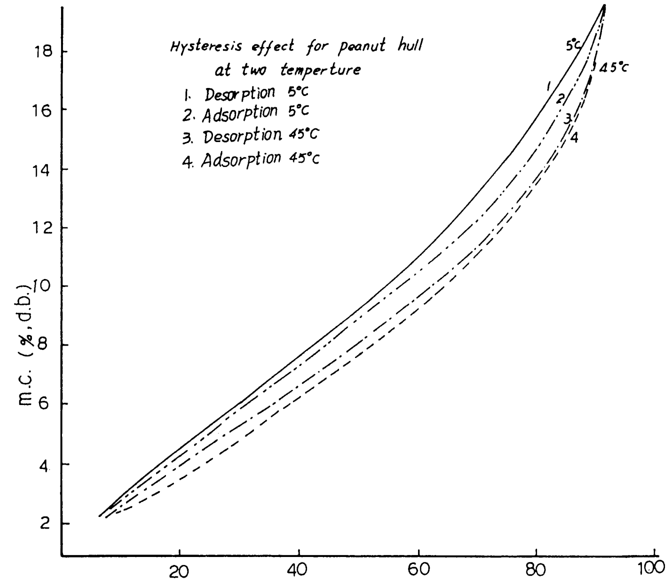


圖8. 落花生殼於兩溫度下之遲滯現象

Fig 8. Hysteresis effect for peanut hull at two different temperatures.

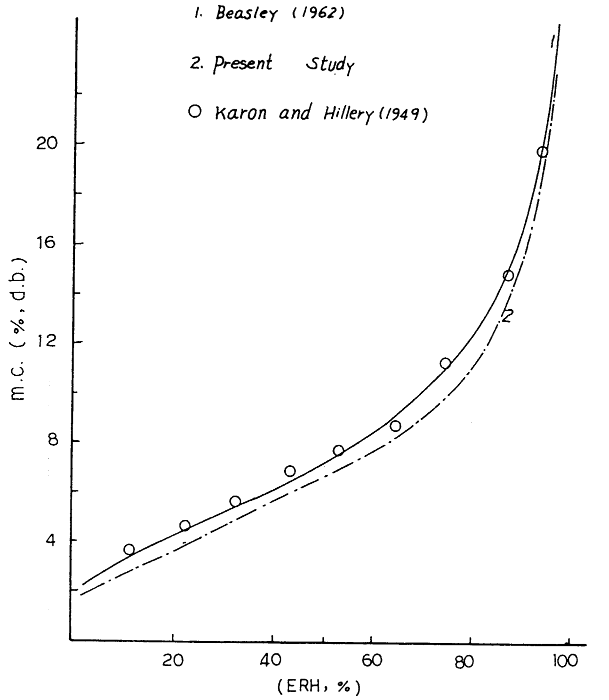


圖9. 數種不同落花生莢25°C去濕數據比較

Fig 9. Comparison of desorption data of peanut pod with previously published data (25°C)

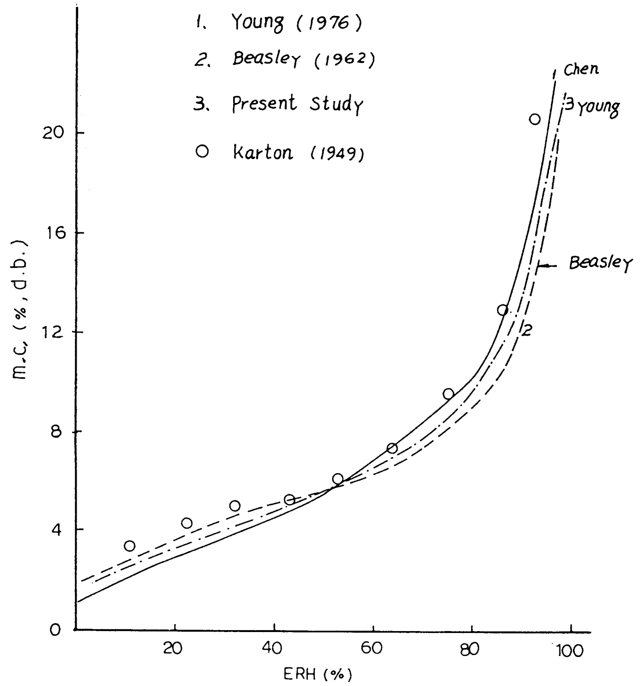


圖10. 數種不同落花生仁25°C去濕數據比較

Fig 10. Comparison of desorption data of peanut kernel with previously published data (25°C)

由上述結果可知，落花生的三種組成成份其遲滯性受周圍溫度所影響，溫度愈高時遲滯性愈不顯著，此與玉米粒[11]和稻穀[4]之結果相同。

五、文獻已知數據之比較

農產品 ERH/EMC 物性受到品種，乾燥溫度，量測方式……等許多因數所影響，本省落花生栽植之品種爲爲粒型西班牙種（Spanish），與美國慣植之維多利亞大粒型品種有所不同。兩種品種對 ERH/EMC 物性之影響值得加以探討。

三種不同花生莢 ERH/EMC 數據在同一溫度（25°C）下之數據分佈如圖9所示，Beasly 氏與 Karon 氏之數據十分接近，兩者均屬於大粒種，此研究所得結果在圖形分佈顯示偏低，即在相同相對濕度之環境下，小粒型落花生所保持水份之能力較低。

四種花生仁於25°C之去濕數據圖示於圖10，雖然品種量測方式並不相同，但其結果十分相近，尤其在40—70% RH 範圍幾乎無差異性。

四種不同資料之花生仁於30°C之吸濕數據如圖11所示。由於此研究並未量測30°C之去濕數據，圖上曲線爲修正 Halsey 式於30°C之預測曲線，由圖可知此研究所得吸濕物性於30°C之曲線分佈與 Pixton 等氏[18]，Ayerst 氏[8]十分接近。然而邱氏等[1]臺南9號（與此研究同一品種）所得有偏離之現象。此原因可由其試驗方法加以解釋：邱氏等[1]之EMC 量測法係以兩三粒花生仁置於飽和鹽溶液之形成空間內於一週後取出量測含水率，由於平衡時間短，樣本重量少，此皆是造成數據偏差之原因。

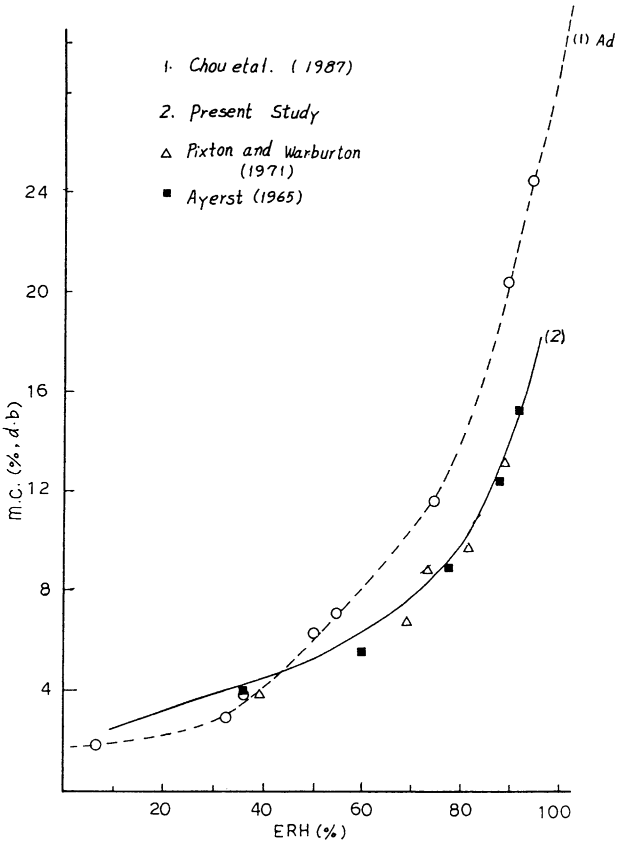


圖11. 數種不同落花生仁30°C吸濕數據比較

Fig 11. Comparison adsorption data of peanut kernel with previously published data (30°C)

由上述吸濕和去濕之數據比較可知花生仁 ERH/EMC 物性並未受品種等因素而有顯著影響，在對亞麻種子此種物性之研究時，Jayas 等氏[14]比較四種不同資料之 ERH/EMC 數據，發現四種不同來源之數據本身無顯著之差異性。在對數種油菜子（Canola meal）ERH/EMC 數據的比較中，不同的品種，量測方法等因子對此物性並無顯著之影響[15]。然而在對玉米粒此項物性之比較中，品種等因素造成了極大的差異性[11]。由上述之研究可知，含高油量的農產品其 ERH/EMC 性物受其他因素影響性較少，而含高澱粉質之農產品此項物性受各項因素影響而不容易有一致性。

四種不同資料之花生殼於25°C之去濕物性曲線比較如圖12所示。在同一相對濕度條件下，Young 氏[20] 曲線具有最高之 EMC 數值。Bealsey 氏[9]與 Karon 氏[16] 之量測數據較接近，在此研究所得分佈曲線最低。可知不同的品種或量測方式之因素使花生殼的 ERH 物性有極大之差異性，此原因可由其組成成份纖維質加以說明。至於本研究結果所以偏低之原因或許可以以品種（小粒種）和乾燥溫度（50°C）加以說明，更詳細之研究需要加以執行。

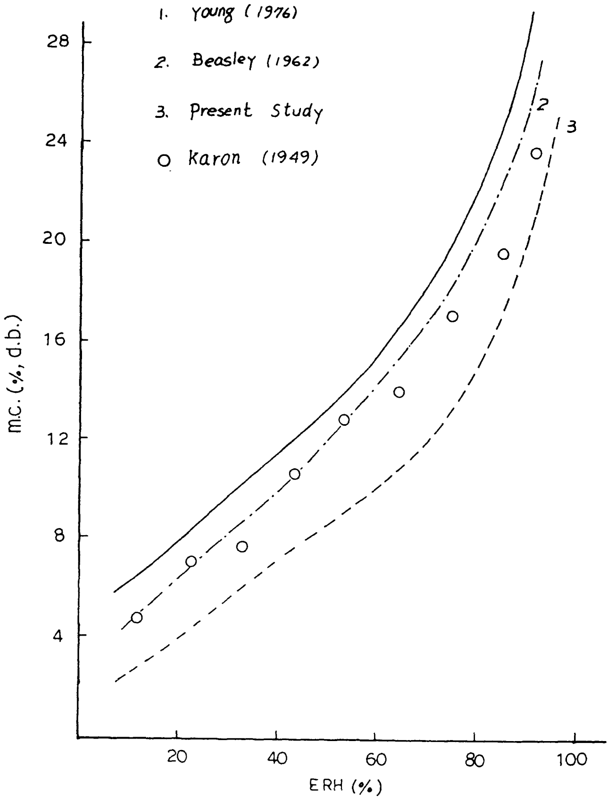


圖12. 數種不同落花生殼25°C去濕數據比較

Fig 12. Comparison of desorption data of peanut hull with previously published data (25°C)

由六種茶葉其吸濕曲線之比較結果[6]，在同一溫度下六曲線存有其大之差異性，由於茶葉之成份中纖維質占有極大之部份，因此亦可說明組成成份對 ERH/EMC 差異性之影響。

六、落花生平衡相對濕度物性之應用

ERH/EMC 物性在乾燥過程中可做爲判定在一定乾燥環境下（相對濕度與溫度）農產品所能乾燥之含水率。以本省慣用之日晒或箱式乾燥方式，其應用之相對濕度範圍均在此研究（10—95% RH

）之內，乾燥溫度亦在50°C以下，因此對以此研究結果所得 ERH 模式計算 EMC 值，均屬於迴歸分析預測應用之內插範圍，因此此研究成果在乾燥作業上有其實用性。

在落花生長期貯存安全含水率研究方面，傳統上以嘗誤法（trial and error）進行觀察，不僅耗時費事且缺乏一致之結果，以落花生莢安全水份含量而言，在同一推廣刊物（花蓮區農推簡訊5卷4期）即推薦三種不同之結果，13%（13頁），9%（18頁），與12%（21頁）。由農產品之長期貯存安全含水率研究[3] 可知，平衡相對濕度於65%之內可做爲農產品安全貯存之指標。以此研究結果爲例，落花生莢於65% RH，25°C時，其去濕平衡含水率爲8%乾基（7.4%濕基），因此將落花生全莢乾燥至8%即可長時期安全貯存。此標準可做爲農民乾燥過程決定最終含水率之依據。

落花生黃麴毒素之污染問題，是本省落花生生產中面臨之嚴重問題。依臺南場之研究[2] 認爲〝帶殼花生（全莢）在室溫下貯存應不超過4個月爲宜，其種仁含水率以9%爲主〞（未述明乾基或濕基）。

由平衡相對濕度與菌類活動相關性之研究[10]，Aspergillus glarus 在平衡相對濕度大於78%時才有機會成長，相對濕度大於83%時，aflatoxin 開始活動以污染穀物。由此研究結果圖3與4可知，在25°C，RH78%時相應之莢含水率爲10.6%乾基（9.6%濕基），仁之相應含水率爲9.4%乾基（8.6%濕基）由此可知落花生全莢乾燥至9.6%濕基以下或是花生仁乾燥至8.6%濕基以下時，在正常狀態（無破損等其他因素影響），經由適當的包裝以阻絕外界高濕（大於78%RH）環境影響，此可避免黃麴毒素對落花生之污染。

結　論

由上述研究所得可歸納結論如下：

1. 利用平衡相對濕度依序測定法可於短時期內測定大量落花生莢、仁與殼之平衡相對濕度，平衡含水率於五溫度下之相關數據。
2. 去濕過程中最佳適稱 ERH 模式如下：果莢一修正 Oswin 式，仁一修正 Halsey 式，殼一Chuhg 與 Pfost 式。吸濕過程中最佳適稱模式爲：全莢一修正 Halsey 式，仁一修正 Halsey 式，殼一修正 Oswin 式。有關之參數合計值均列舉於表內。
3. 由傳統 EMC 方法和依序 ERH 測定法所得結果並無顯著之不同。
4. 落花生果莢，仁與殼均具有遲滯現象，且隨溫度之增加而減低其影響力。
5. 由已發表之有關數據與此次研究結果比較得知，含高油量之全莢與仁受品種等其他因素影響並不顯著，然而不同研究者所得花生殼 ERH/EMC 性質則具有極大之差異性。
6. 落花生長期貯存之安全含水率與避免黃麴毒素污染所需維持含水率均可由 ERH／EMC 性質而得。

參考文獻

1. 邱義源，蔡宗添，陳相榮，蔡滄朝，鄭三郎，1978，簡易包裝方法對花生仁品質與其貯存安定性之影響，中國農化學會誌，Vol 25(2)，PP.131—139。
2. 顏正義，鄭安秀，1990，落花生黃麴毒素污染與產期，乾燥方式及貯藏條件相互關係之研究，臺南改良場研究彙報 24：45—63。
3. 陳加忠，1990，穀物平衡相對濕度性質在穀物貯存之應用，農試所技術服務，雙月刊1卷1期 P4—70。
4. 陳加忠，賴建洲，曹之祖，1990a，稻穀平衡相對濕度性質之研究，中華農業研究34：(4)：347—366。
5. 陳加忠，曹之祖，賴建洲，1990b，電子相對濕度計之性能評估，農業工程學報36(4)：79—96。
6. 陳加忠，曹之祖，賴建洲，1990c，烏龍茶葉吸濕曲線及其品質維持之應用研究，中華農業研究34(3)：239—257。

7. ASAE 1984, Standards 1984, D254.4, ASAE, St, Josepd, MI.
8. Ayerst, G. 1965, Determination of the water activity of some by groscopic food materials by a dew-point method. J. of the science of food and Agriculture, 16(2), PP. 71—78.
9. Beasley, E. O, 1962, Moisture equilibrium of Viginia bunch peanuts. M. S. Thesis, North Carolina State University.
10. Beuchat, L. R,1988, Influence of water activity on sporulation, germination, outgrowth, and toxin production, In "Water Activity : Theory and Applicationa to Food".PP.137—151,Marcel Dekker, Inc New York.
11. Chen, C, 1988, A study of equilibrium relative humidity for yellow-dent corn kernels, Ph. D. Thesis, Univerity of Minnesota, St. Paul.
12. Colson, K. H, and J. H, Young, 1990, Two-component thin-layer drying model for unshelled penuts, Trans of the ASAE 33(1) : 241—246.
13. Greenspan, L. 1977, Humidity fixed points of binary sturated a aqueous solution, J. Res. National Bureau of Standard-A. Phys, and Chem. 81(A) : 89—96.
14. Jayas. D. S., D. A. Kukelkp and N. D. G. White, 1988, Equilibrium moisture-equilibrium relative humidity relationship for canola meal. Trans of the ASAE 31(5) : 1585—1588, 1593.
15. Jayas, D. S., G. Mazza and N. D. G. White, 1989, Equilibrium moisture content-equilbrium relative humidity relationship of flax seed, ASAE paper, No. 89—6603.
16. Karon, M. K. and B. E. Hillery, 1949, Hygroscopic equilibrium of peanuts, Journal of the American oil Chemist Society. Jan. PP. 16—19.
17. Pfost, H. B., S. G. Mourer, D. S. Chung and G. A. Milliken, 1976, Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains. ASAE paper, No. 76—3520.
18. Pixton, S. W. and S. J. Warburton, 1971, Moisture content/relative humidity equilibrium at different temperatures of some oilseeds of economic importance, Journal of stored products products Research, 7, PP. 261—269.
19. Sheng, C. T. 1989, The study on hysteresis phenomenon of EMC curves for peanuts, J. of Chinese Agri Engin. Vol.35(4) : 83—97.
20. Young, J. H. 1976, Evaluation of models to describe sorption and desorption equilibrium moisture content isotherms of Virginia-type peanuts. Trans of the ASAE 19(1) : 146—150,155.

The study on the ERH Properties for Peanuts[1]

C. C. Chen, C. T. Tsao, and C. C. Lai[2]

Summary

The equilibrium relative humidity ranging from 10 to 95% of peanut pods, kernels and hulls were measured at temperatures ranging from 5 to 45°C. No significant difference can be found between the experimental results of EMC and ERH method. The fitting-agreement of the adsorption and desorption data to four ERH models was evaluated. The best model and its estimated parameters were showed in this study. Hysteresis effect was significant for the ERH/EMC properties of peanut pods, kernels and hulls.

Key word : ERH model, peanuts, EMC.

---

1. Contribution No. 1566 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher, Junior specialist, Assistant researcher, respectively, TARI, Taichung, R. O. C.

豬糞堆肥自動翻堆機之開發[1]

譚 奇 才[2]

摘要：豬糞在臺灣所造成的環境污染已到達相當嚴重的地步，必須趕快加以有效控制。本所過去從事洋菇堆肥製造機械之研究多年，在洋菇日趨沒落的今天，欲將此項技術運用於解決豬糞所衍生的問題。先後開發完成豬糞堆肥自動翻堆試驗機合計三台，分別安裝於新竹縣橫山鄉及宜蘭冬山鄉的養豬場，進行性能試驗。試驗結果顯示本機有如下特點：(1)安全性高。(2)豬糞混合效果良好。(3)可在醱酵槽的任何區段將豬糞或已完熟的堆肥自動輸出。(4)粉碎效果佳，完熟的豬糞堆肥在裝袋前能維持在一定大小的顆粒狀或粉狀，以便於裝袋及有利於農民之施用。惟在雙向翻堆性能方面需要改進。

關鍵詞：豬糞，翻堆機

近年來由於環境保護意識不斷提高，國人對於生活品質的要求也日趨嚴格，我國年產肉豬恆超過七百萬頭，每年排洩之豬糞超過六百萬公噸，已居我國廢棄物之冠，總排洩物更年達四千萬公噸，對環境污染之嚴重性可想而知。因此，此一污染問題如不及早加以解決，勢將嚴重影響我國養豬事業之生存及發展。

本計畫旨在將污染源中最嚴重部份的豬糞利用機器設備，經醱酵而製成有機肥。如此不僅可澈底解決豬糞之污染，化腐朽為有用之物；施用於農田，又可使因長年施用化學肥料而酸化之土壤加以改良，增加作物產量及改善品質，一舉數得。作者多年從事有關洋菇栽培用機械之研究及開發工作，因此將洋菇堆肥製造技術與研究心得轉移到畜牧業及農業廢棄物處理上，加速畜產廢棄物處理技術技之開發。

民國四十年代，因為當時化學肥料生產有限，農田所需肥料以豬糞尿及人糞尿為主。政府為了協助農民製造堆肥，撥款補助農民興建醱酵池。這種醱酵池的規格大約是長5公尺，寬2公尺，深1.5公尺，沒有屋頂，所有水泥等材料費由政府負擔，工程費由農民自負。由於當時材料費遠高於工資甚多，故一般農民均樂於申請建造。建造完成後農民每隔一定時期將豬糞尿及人糞尿用牛車等工具運來，任其自然醱酵，醱酵完成的糞尿即可施放於農田。由於當時肥料不足，農民對這種有機肥都相當珍惜，因此不僅沒有浪費，也減少污染。作者當時曾多次參加醱酵池的驗收工作。這種醱酵池多關建在人煙稀少的地方，加之每次加入的新鮮糞尿有限，醱酵池所能散發的異味也非常有限，故無環境污染之顧慮。

及至臺灣經濟快速發展，農村勞力日漸缺乏，化學肥料已能自給自足，豬糞尿施用於農田的比例相對降低，加上養豬規模逐漸擴大，致造成嚴重污染。過去十數年間，我國從事豬糞尿處理技術研究工作，成效最著者計有臺灣糖業公司畜產研究所及省畜產試驗所。前者以處理及解決本身所屬養豬場為目標，後者則針對廣大養豬戶；部分大養豬戶亦曾引進日本廠商開發的新型設備，以解決本身的問題，但由於每年的排洩量實在太大，問題並沒有得到完善的解決，仍為大衆所詬病。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1567 號。本研究承蒙行政院農業委員會輔助，謹此致謝。
2. 臺灣省農業試驗所農業工程系技士。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

此研究根據對我國養豬場的初步瞭解，參考國外有關資料及從事洋菇堆肥自動翻堆機研究的多年心得，完成設計繪製豬糞堆肥自動翻堆機工作。

本計畫另一重要工作是選定試驗合作對象。最後以新竹縣橫山鄉橫山地區農會爲合作對象。該農會所屬大平養豬場原以飼養母豬銷售小豬供應縣內各肉豬飼養場爲主要業務。此一業務因受市場景氣影響甚大，較不穩定。該場爲穩定小豬市場及提高利潤，已興建35公尺長的肉豬舍四棟，另擬興建65公尺長的肉豬舍一棟，該等肉豬舍均採用高床式，下方的V字型刮糞槽亦係由臺灣省畜產試驗所研究人員負責設計，指導施工。

橫山地區農會所屬大平地養豬場位於山坡上，呈階梯式建築，受地形的影響極大。本計畫原設計擬興建寬1.55公尺，深1.75公尺，長40公尺的鋼筋水泥醱酵槽一座，因受地形限制，必須改爲二座。

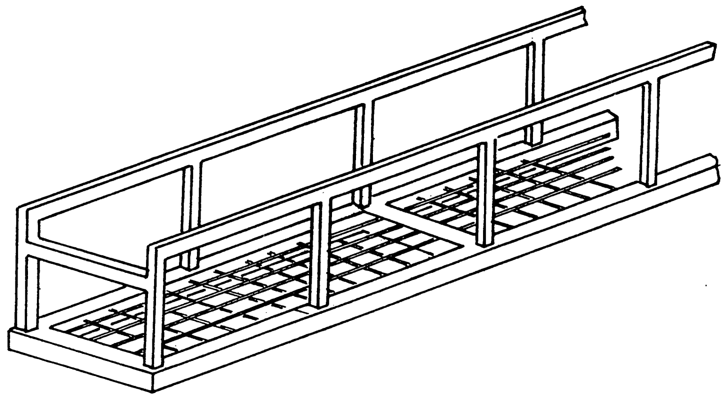
此外，爲增加處理據點，改善豬糞處理技術，作爲今後全面解決豬糞處理之張本，此研究第二年起另與宜蘭縣家畜生產合作社合作，選定宜蘭縣冬山鄉八寶養豬場爲實施對象，復根據在橫山大平地養豬場試驗所得試製改良型豬糞堆肥自動翻堆機一台，及補助建造豬糞醱酵槽一座。

結果與討論：

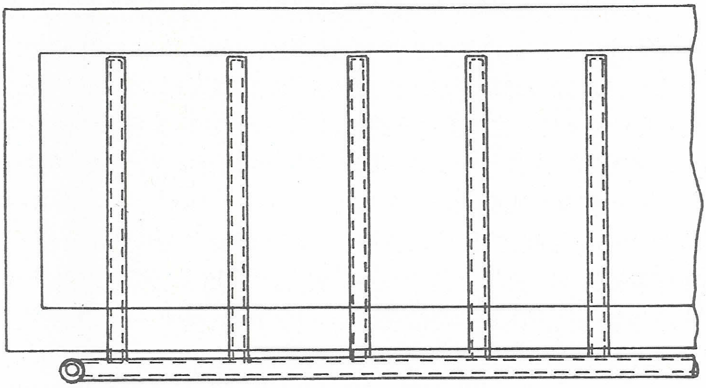
一、豬糞醱酵槽

本計畫共興建豬糞醱酵槽三座，其中大平地養豬場二座，宜蘭八寶養豬場一座。爲確保醱酵槽之安全，底部安裝有寬30公分，高30公分之地樑，主要由5／8吋鋼筋4支組成，另有3／8吋方框每隔25公分安裝一個。至於地樑間之地面由3／8吋鋼筋雙向單層每隔30公分裝一支再舖以三合土而成。至於上樑爲寬20公分，高25公分，均由5／8吋鋼筋4支，3／8吋鋼筋方框每隔25公分安裝一個而成。另支柱爲寬20公分，厚25公分亦由5/8鋼筋4支，3/8吋鋼筋方框每隔25公分安裝一個，如第一圖所示。此種支柱每隔2.5公尺安裝一根，其他空間則砌以紅磚，完工後牆壁表面敷以2.5公分之水泥及砂，以防漏水。底部每隔80公分另理設直徑60公厘PVC通風管，並在PVC管下方左右各有鑽孔作通風之用，如第二圖所示。上述通風管與槽外直徑76.5公厘PVC管相連，該管末端固定有一馬力鼓風機一至二台，視醱酵槽之長度而定。又醱酵槽之末端5至7公尺段未埋設通風管線，主要因爲豬糞醱酵已近完熟，毋需再通風所致。完工後的鋼筋水泥醱酵槽兩側頂端各舖設有9公斤鋼軌。

本計畫補助興建完成的醱酵槽共計三座，第一槽及第二槽興建在大平地養豬場。第三槽興建在宜蘭八寶養豬場。又第一槽全部興建在地面上，第二槽及第三槽各有0.75公尺在地面下，1公尺在地面上。第二及第三槽有部分在地面下，最大優點有二：第一、屋頂可較矮，節省建造費用及有利預防颱風襲擊，又屋頂寬度可較小，第二、有利於操作及管理。缺點爲不利於排水，但第三槽之一旁有排水溝之設置，此一缺點已不存在。但施工成本仍較高，對於地下水位較淺地區仍不適宜。



第一圖　醱酵槽鋼筋水泥基座



第二圖　醱酵槽底部通氣管

二、豬糞堆肥自動翻堆機

豬糞堆肥自動翻堆機製造有機堆肥的機械原理非常簡單。主要是將新鮮豬糞（含水率在65%至75%左右）傾倒入豬糞醱酵槽的前端，藉著自動翻堆機將堆積的新鮮豬糞不斷地上下翻動，同時，又在醱酵槽底部埋設通風管線，將新鮮的空氣定時輸入，而造成好氣性細菌的大量繁殖，將豬糞加以分解，同時會產生大量的熱，其溫度通常在70°C以上，在臺灣中南部夏季，甚至會超過80°C，當豬糞藉醱酵而完熟時，溫度即會下降，而變成物性穩定的有機肥料。

豬糞堆肥自動翻堆機的開發工作，因係依據過去研製洋菇堆肥翻堆機之多年經驗，試行設計及試製。因而對洋菇堆肥翻堆機之作業原理略加介紹。洋菇堆肥翻堆機所處理的材料在歐美主要爲麥稈，在我國主要爲稻稈。麥稈在製作洋菇堆肥以前通常係經過牧草打包機收集成大圓型或大方塊型，製作堆肥時再用劇堆機將麥稈打散，但麥稈仍多係以原來的長條狀存在。至於稻稈，製作堆肥時則多以切草機將稻稈切斷成三截或更短，以利製作堆肥。歐美各國的洋菇堆肥翻堆機共有兩種，一種係由二組鏈條爲主，在鏈條每隔一定間隔固定有倒T字型鐵條，在倒T字型鐵條上固定有十數支直徑約10公厘的圓鐵，此一組合與地面通常呈70度角如第三圖所示，本機共有四個車輪，由前輪帶動，作業時，鏈條速度極快，將麥稈或稻稈向本機上後方翻動，達到翻堆之目的。另一種係滾筒式，滾筒直徑約二公尺，上面固定有不同排列的鐵齒，作爲翻堆之用，滾筒轉速極低，此一機型亦係由四個車輪帶動，其中後面二個車輪較大，爲主動輪，前面二個車輪較小，純爲支持部分機體重量及轉彎之用。

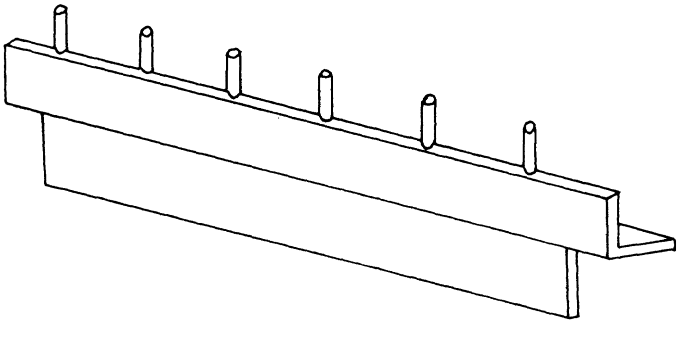
第三圖　鏈條撥桿式洋菇堆肥翻堆機

歐美各洋菇生產國早期均採用鏈條撥桿式翻堆機製作堆肥，優點爲結構簡單，體型小，重量輕，所需動力亦較小，缺點則是因爲無論麥稈或稻桿均呈長條狀，最易被卡住在鏈條與鏈輪間，使鏈條斷裂之頻率大幅提高，致無法準確控制每日之工作量。滾筒式因與麥稈或稻稈接觸面爲曲面，且直徑高達2公尺，遠超過麥稈之最大長度，故無上述缺點，爲近二十年來歐美各國所樂用之機種。

本所初次從事此項研究開發工作，除收集有關資料外，最直接可提供參考的資料闕爲洋菇堆肥翻堆機，而兩種機型均可作爲豬糞堆肥翻堆之用，且各有優劣。但如參考本文第(一)項有關豬糞醱酵槽部分所述各節，因爲翻堆機必須行駛在9公斤之鐵軌上，而醱酵槽之牆厚僅25公分，且高達1.75公尺，翻堆機之重量應以較輕者爲宜。另外，洋菇堆肥主要成分爲稻麥稈，易造成鏈條斷裂，但豬糞則呈塊狀，顆粒甚小，不易將鏈條卡住而斷裂。是故在洋菇界被淘汰的機型，在畜牧界則應有生存的空間。

洋菇堆肥製作與豬糞堆肥製作仍有很大的差異，二者製作堆肥時的含水率雖同爲70%左右，但洋菇堆肥製作時可在露地製作，其堆積高度可達2公尺，甚至更高。但同一含水率的豬糞在露地上，其堆積高度甚難超過30公分。因此，洋菇堆肥可以露地製作，豬糞堆肥則必則興建醱酵槽，以充分利用土地。

豬糞堆肥因係在醱酵槽中製作，翻堆機的走行裝置自以安裝在醱酵槽頂端的鐵軌上最爲簡便，而洋菇堆肥翻堆機前端的鏈條撥桿機組亦變成了上下擺動的機組件。另有二項特色必須一提的，洋菇堆肥的主要成分爲麥稈或稻稈，密度低而且單位體積的重量較輕，故翻堆機的撥桿速度可以很快。反之，豬糞的密度較高，同一單位體積的重量較洋菇堆肥重達數倍。故翻堆機的撥桿線速度在所用動力相同時必須較低。如所附動力較小時線速度應更低。另一項特色是撥桿的形狀，洋菇堆肥的組成份子爲長條纖維，因此撥桿以圓形條狀爲宜。豬糞則不然，豬糞堆肥在製作初期呈泥濘狀，由於水份被大量蒸發而漸呈塊狀及粉末狀，物理形態變化較大。故所採用的撥捍形狀亦必須加以配合，對於新鮮的豬糞，必須具有剷起及承載的作用，但對於中後期半完熟及完熟的堆肥，應具有分割，打碎及承載的作用。因此，就洋菇堆翻堆肥機而言，它所需要的是具有齒形的撥桿，但對於豬糞翻堆機而言，除了應具有齒形撥捍的作用外，尙需有承載運輸泥狀及粉狀物的能力。因此必須將它由單純的撥桿改良成多用途的刮板，如第四圖所示。



第四圖　豬糞翻堆機用刮板

歐美的中型洋菇堆肥翻堆機，一般的作業速度自0.3公尺／分鐘至2.4公尺／分鐘，換算爲小時則爲18公尺／小時至144公尺／小時。翻堆部總動力爲十五馬力之馬達一台。

本計畫第一台豬糞堆肥翻堆試驗機係根據上述基本理念，參考日本部分資料，配合本所原有部分機件，加以設計，組合。然後運往新竹縣橫山鄉大平地養豬場進行初步試驗。

茲再就試驗機的基本構造作一說明如下。

本試驗機由三個主要部分所組成，第一部分爲試驗機本體，共有四個相同大小的車輪，能在醱酵

槽上端的鐵軌上作前後行走，而且是四輪傳動，以增強翻堆的能力。前進及後退各二個速度，其中一組爲空走時使用，另一組爲作業時使用。動力則來自本體前上端的二個馬達，分別爲馬達1、及馬達2、均爲半馬力。空走時速度爲8.42公尺／分鐘，作業時爲7.98公尺／小時，空走速度爲作業速度的63倍，故以採用二組馬達在製造成本上反而較爲低廉。本體中間另有馬達3，亦係半馬力，主要在控制昇降盤。

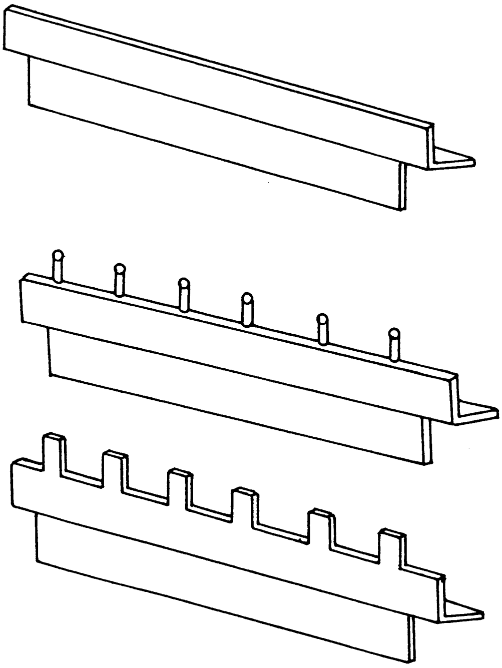
第二部分則是翻堆部，共有二組鏈輪分別固定於軸Ａ及軸Ｂ上，軸Ｂ爲主動軸，由馬達4所驅動，馬達4爲二馬力，另有二組不銹鋼輸送鏈條分別與固定在軸Ａ及軸Ｂ上之鏈輪相嚙合，鏈條每隔一適當距離固定有刮板一支，爲翻堆機主要功能之所在。

本體與翻堆部組合後如第五圖所示。此處必須一提的，翻堆部並非固定在本體上，而係放置於本體上，以軸Ｃ爲支點，可上下擺動，以應翻堆作業之需。翻堆部之上下擺動，受本體昇降盤之控制，昇降盤有鋼索與翻堆部相連，以控制翻堆部擺動的角度及位置。本試驗機的最大翻堆深度爲1.8公尺，此時翻堆部與地面間的最大傾斜角爲60度。爲了安全的理由，不使翻堆部因操作失誤而與地面接觸致機件損壞或發生危險，另有安全桿的設置，安全桿上端有螺帽二個。可將其調整至適當位置，以策安全。

第五圖　試　驗　機

本試驗機的作業速度爲7.98公尺／小時，翻堆部之總動力僅有二馬力馬達一台。與歐美中型洋菇堆肥翻堆機有關翻堆部之總動力相差7.5倍，其著眼點除了因爲本所已有此項設備外，主要大平地養豬場預定飼養之豬隻僅1,500頭，所產生之豬糞應已足可處理。

本試驗機所採用之翻堆刮板及刮板上端之齒形共有二種，其中一種係用5公分角鐵分別固定於二組不銹鋼輸送鏈條之上。角鐵下端另固定5公分高之長條鐵板一塊，因此刮板之總高度爲10公分，已足供作爲輸送豬糞之用。另一種刮板採用4公分角鐵，其他與5公分角鐵相同，此種刮板總高度爲9公分，負責輸送豬糞，均如第六圖所示。然後又在刮板上端，分別固定長5公分，直徑1公分之圓鐵突起及長5公分，寬5公分之平鐵突起，如第六圖所示。每一刮板所固定之突起數目並不相同。圓鐵突起之主要功能在將豬糞切碎或打碎，平鐵突起則有利於豬糞之剷起。兩種突起交互運用，以期達較好之翻堆效果。



第六圖 試驗機用刮板

本試驗機共有刮板31支，輸送鏈條之線速度爲9.43公尺／分鐘，每分鐘通過之刮板數爲48.9支。如以豬糞堆積高度爲150公分計算，作業前進速度以13.3公分／分鐘計算，則每分鐘可翻起豬糞0.309立方公尺／分鐘，或216.3公斤／分鐘。試驗時發現翻堆部採用二馬力馬達略嫌不足。

當第一台試驗機完成後，即在大平地養豬場進行試驗，後即根據試驗所得作必要之改良，前後另試製改良型翻堆機二台，分別安裝於大平地養豬場及八寶豬場，繼續試驗。改良型翻堆機與第一台試驗機最大之不同計如下述。

㈠基本結構已予以加強，以確保作業安全及機械壽命。

㈡翻堆部馬力酌予增加，由原來的二馬力酌增加爲三馬力。馬力不大幅增加的原因除了考慮用電負荷外，該二處養豬場所飼養之豬隻均在2,000頭以下，已足可應付。

㈢翻堆刮板數目酌予減少，由原來的31支，減少爲22支。主要原因每支刮板重達7公斤，酌予減少，可減少翻堆部的重量，再將鏈條線速度提高，作爲彌補。

豬糞翻堆機主要目的在翻動豬糞，藉醱酵製成有機肥料。這一點與洋菇堆肥翻堆機相似，但它有一項與洋菇堆肥翻堆機不同的特點：洋菇堆肥翻堆機作業時必須從堆肥長條之任何一端點出發，順著堆肥長條次第翻堆，至另一端點後方可離去。豬糞堆肥翻堆機則不然，因爲翻堆部可以上下擺動，因此可以自堆肥的任何一部位開始作業，故機動性特高，同時可以更經濟地使用醱酵槽。原因是新鮮豬糞含水率是70％左右，所佔體積較大，完熟前含水率已逐漸下降至50％左右，最後降至30％，體積亦相對減少許多。爲經濟利用醱酵槽，可利用本試驗機的特點，使堆積高度保持在一定水準上，使醱酵槽有較充裕的空間容納新鮮豬糞。

本翻堆機爲促進豬糞的好氣性醱酵，每天至少應翻動一次，如能翻動二次當更佳。將新鮮的豬糞製成完熟的堆肥在臺灣北部約需30天，中南部因氣溫較高，完熟時間應可縮短很多。

三、出料裝置

當新鮮的豬糞經醱酵而製成有機肥，必須順利取出，包裝成商品或散裝出售，這一系列的工作就是由出料裝置來完成。出料裝置，由一組比翻堆機略寬的平皮帶輸送機，粉碎刀組，出料斗組及平台所組成，出料裝置下方另有四個相同大小的車輪可在鐵軌上行走。當要出料時，將出料裝置加掛在翻堆機的後端，與翻堆機連成一體，藉翻堆機的動力同步前進。然後啓動翻堆機，翻堆機如同往常進行翻堆作業，惟一不同的是，翻堆時由刮板輸送到翻堆部上方的堆肥不再掉落在翻堆機後方的醱酵槽中，而直接掉落在出料裝置的平皮帶輸送機上，再經粉碎刀組將大塊的堆肥切碎後經出料斗組而裝入放置在平台上的袋中。所用之袋以飼料袋爲主，出料斗組下端每次可加掛飼料袋二個，每袋可盛裝含水率30％的有機肥30公斤。如不擬用袋裝而改用散裝方式運出亦可。

四、豬糞取得裝置之影響

本試驗有關豬糞之取得計採用兩種方式，大平地養豬場因係新建豬舍，全部採用畜試所研究人員負責設計之Ｖ型刮糞板裝置，每天將豬糞刮出，然後用農用運搬車運送至醱酵槽前端并倒入醱酵構中，然後製作堆肥。此種用Ｖ型刮糞板裝置刮出之糞便，由於尿液已自Ｖ型槽中間的尿溝中先行流走，Ｖ型槽兩側面僅餘糞便，理論上刮出來的糞便含水率應該很低。但實際則不然，由於此尿溝寬僅12公分，深僅6公分，只要一小段豬糞即可阻止尿液流出，此主要因糞便的吸水性特強所致。因此糞便含水率特高，均在90％以上，必須混合大量稻穀以降低含水率。此種混合作業通常均在醱酵槽內進行，借助翻堆機即可達到混合之目的。本所爲改善Ｖ型刮糞板裝置上述缺點，特研製單斜面刮糞板系統，並安裝於大平地新建65公尺長豬舍高床下方，經試驗確能將尿液分離。有關此一系統詳細構造擬另以專文詳加介紹。

八寶養豬場係傳統豬舍，因陋就簡，無法安裝刮糞板系統，該場用固液分離機分離豬糞，分離出來之豬糞含水率在80％左右，與豬糞醱酵適溫所需之含水率相差不多，本試驗以醱酵槽中後段半熟或完熟之堆肥作爲添加物，未採用穀殼等外來添加物，以節省費用。

用刮糞板系統大約可收集豬舍內90％之豬糞，固液分離機方面，根據畜產試驗所林副研究員財旺先生提供的資料，僅能收集20％的豬糞。

五、除臭問題

用豬糞堆肥自動翻堆機製造堆肥，經本所開發及二年多的試驗，已可肯定其價值，值得廣爲推廣。但在堆肥製造過程中，會產生惡嗅，不僅養豬場的工作人員難以忍受，鄰近村落及住家所受影響亦很大，造成環保上的嚴重問題及鄰居間的衝突。此一問題如不加以合理解決，翻堆機的推廣將成爲不可能。有關豬糞除臭問題，已早爲各國專家所注意，並加以研究。翻閱各項研究報告及著作，方法不下數十種，幾乎所有可能的方法均有人採用及研究。但時至今日，尙無一種方法可以達到投資最少，效果最佳，又不致造成二次公害的最起碼標準。

有關本研究微生物除臭的具體作法如下：將大量微生物加入定量的新鮮豬糞中，然後用翻堆機將其混合，俟雜菌全被消滅後再在醱酵槽前端加入新鮮豬糞，然後利用三組皮帶輸送機所組成的豬糞循環處理系統，翻堆機及出料裝置再將翻堆機後方的良好微生物回送至醱酵槽前端，與新鮮豬糞混合，如此周而復始，豬糞之臭氣已不存在。當醱酵溫度超過60°C以後，微生物已完全被消滅，無法再用。故可用之微生物均在60°C以前的這一段醱酵槽中。如果精確把握這一段，則可操作一較長時間。養豬場方面對增加三組皮帶輸送機固可解決問題，但亦增加操作上的不便，下年度擬在醱酵槽中段或尾端增加一座二公噸的吊車，能將翻堆機吊起，然後作180度的轉向，如此只要操作翻堆機即可達成同一目標，且可省不少設備費及維修費。

微生物製劑售價偏高，一方面是受技術層面的影響，另一方面也受培養液及培養劑的影響，再加上銷售量有限，無法大規模生產，也影響成本的偏高。將來由於技術的提昇，培養劑方面將來如能改採取之不盡的新鮮豬糞或已醱酵完成之有機肥作爲新的培養材料則生產成本可大幅下降，如再加普遍

地被採用，售價偏高的問題應該可以合理解決。本所農化系微生物研究室現已著手可行性的研究。

六、全部設施總投資及成本分析

豬糞取得之方式直接影響處理豬糞的頭數，已如上述，以下計算概以刮糞板系統刮取方式為準。

翻堆機豬糞處理模式每年運轉所需總支出費用之計算詳附表一。有關每年豬糞製作有機肥料總產量如附表二所示。有關有機肥年收入預估如附表三所示。

附表一　翻堆機豬糞處理每年運轉總支出

養豬規模	1,500頭	3,000頭
設備折舊	68,207.00	88,807.00
設備維修	32,500.00	52,000.00
設備利息	40,250.00	56,800.00
電費	17,103.00	34,206.00
穀殼	23,460.00	46,930.00
工資	72,000.00	72,000.00
合計	253,520.00	350,743.00

附表二　翻堆機年生產有機肥總產量

養豬規模	1,500頭	3,000頭
豬糞年排洩總量	821　公噸	1642.5 公噸
有效利用豬糞總量（90%）	738.9 公噸	1478.2 公噸
應添加穀殼總量	23.46公噸	46.93公噸
新鮮豬糞含水率（80%WB）	738.9 公噸	1478.2 公噸
有機肥含水率（30%WB）	369.45公噸	739.1 公噸
添加穀殼總量（12%WB）	23.46公噸	46.93公噸
有機肥年產總量	392.91公噸	786.03公噸

以上各表計算，均係根據以刮糞板系統為準，如係採用固液分離機收集百分之二十的豬糞，計算方式，亦應以百分之二十為準。換句話說，以上各表均應以百分之二十為固液分離機模式的計算標準。有關豬糞不同含水率與穀殼混合標準採用臺灣省畜產試驗所林財旺先生所著豬糞堆肥製造方法簡介（第九頁）。

本文對於以作者初步開發成功的豬糞堆肥自動翻堆機作為豬糞處理模式所作之分析，是以養豬規模1,500頭及3,000頭作為分析對象。以上二種養豬規模皆為現階段完成的翻堆機所能處理。根據附表三的分析，1,500頭規模的養豬場在豬糞處理上的總投資為新臺幣805，000元，3,000頭的總投資為新臺幣1,136,000元。以上兩項投資均不包括土地成本及豬糞是如何取得的，諸如用刮糞板系統或固液分離機取得豬糞，此等設備費均不包括在附表三的總投資內。又根據附表七的分析，1,500頭豬全年的平均排糞量是821公噸，3,000頭是1642.5公噸。如皆以刮糞板系統取得豬糞，大約可取得總數量的九成，也就是說1,500是738.9公噸，3,000頭是1478.2公噸。再按體積比4分豬糞加1分稻殼，每年所生產的有機肥料1,500頭為392.91公噸，3,000頭是786公噸。如以每公斤新臺三元計算（參閱附表八），1,500頭每年的收入為新臺幣925,210元，3,000頭是新臺幣2,007,347元。一年的收入已可全部回收所有投資尚有剩餘。如果以每公斤二元計算，1,500頭每年的收入是新臺幣532,300元，3,000頭是1,221,317元，對於1,500頭的養豬場而言，此項收入，已足可回收百分之六十六的投資，但對於3,000頭的養豬場而言，第一年的收入仍可回收投資，第二年起則為純利潤，對於養豬場而言，不無小補。此外，目前有機肥每公斤市價超新臺幣六元，如果大量生產對一般農民而言，亦一大福音。

附表三　有機肥年收入預估

養豬規模	1,500頭	3,000頭
有機肥總產量	392.91公噸	786.03公噸
每公斤售價	2元／公斤	2元／公斤
總收入	785,820元	1,572,060元
每公斤售價	3元／公斤	3元／公斤
總收入	1,178,730元	2,358,090元
總支出	253,520元	350,743元
利潤(1)	532,300元	1,221,317元
利潤(2)	925,210元	2,007,347元

本翻堆機目前處理最大豬糞量如以刮糞板系統爲例應爲肉豬5,000頭，如以固液分離爲收集豬糞系統則爲肉豬22,500頭，如前所述，本翻堆機翻堆部總馬力爲3馬力，而一般中型洋菇堆肥翻堆機，其翻堆部之總動力爲15馬力，二者相差高達五倍。因此，如果有此需要，大幅提高豬糞翻堆機之性能，則仍有很寬廣的發展空間可資利用。

本翻堆機豬糞處理系統對於中大型養豬場而言，應屬相當合用。對於小型養豬場而言，如能在適當地點設立處理中心，並可仿照垃圾車的方式，每天派車巡迴各養豬場，收集豬糞，集中處理，按照送來豬糞多寡，收取費用及分派利潤，應屬可行。

對於新建養豬場，則應加以鼓勵多多採用刮板式收集系統，以利豬糞之收集。

根據本文分析，如採用翻堆機豬糞處理系統，不僅可解決豬糞污染問題，如經營管理得法，除可回收全部投資，尙有可觀之利潤，且不致造成二次公害，實值得國人參考採用。

檢討及結論

本所開發之豬糞堆肥自動翻堆機到目前爲止已生產完成三台，均在使用中，性能良好。該機具有四大特點，茲分述如下：

一、安全性高，本翻堆機長達3.69公尺，安定性極佳，不易出軌翻車，另於第十二圖所示，翻堆部以軸C爲支點，可上下擺動，而軸C僅掛附在機體上，並非固定在機體上，而連成一體。因此，當翻堆部翻堆時如遇異常狀況影響安全時，軸C會自動跳離其機上原有位置，以確保作業安全。

二、混合效果良好，本翻堆機翻堆刮板上有二種不同的翻堆齒，其中一類是以先將豬糞切碎爲主要目的，第二類則以運輸爲目的，使翻堆機能正常運作，達到翻堆及混合的雙重效果。

三、可在醱酵槽的任何區段將豬糞或已完熟的堆肥自動輸出。本翻堆機具有獨立的出料裝置，當翻堆機作業時，透過出料裝置，可將豬糞或已完熟的堆肥輸出，也可以裝袋或散裝出售，由貨車運往目的地。

四、粉碎效果佳，出料裝置內安裝有粉碎刀，使有機肥在裝袋之前能維持在一定大小的顆粒狀或粉狀，以便於裝袋及有利於農民之施用。

五、本翻堆機之缺點如下：即翻堆機只能單方向翻堆，無法作雙向翻堆。目前雖有豬糞循環處理系統即三台平皮帶輸機組合可將豬糞或堆肥反方向運輸任何特定地點，此一系統可彌補大部分缺點，但需增加設備及維修費用。翻堆機如果能雙向翻堆，運用將更趨靈活。因此，下年度擬加裝固定式二噸吊車一台，則此一缺點可以免除。

參考文獻

1. Karl Hartmann und co. 1981，Composting and Compost Turners.
2. 國部進　1985　脫臭新技術基礎。(復漢出版社)
3. 傅政敏　1988　畜牧廢水處理。(臺灣糖業公司畜產研究所)
4. 森武夫　1987　日本利用家畜糞便堆肥製造現況及方法。(中華生質能源學會)
5. 林財旺　1986　豬糞堆肥製造方法簡介。(臺灣省畜產試驗所)

The Development of an Automatic Hog Waste Turner for Making Manure[1]

Chi Tsai Tan[2]

Summary

Hog waste is a very serious problem and causes pollution in Taiwan now, hence, it must be controlled before it is too late. This Institute had studied the mushroom compost turners during recent years. A compost turner had been designed and successfully manufactured for mushroom growers in Taiwan. However, the production cost of mushrooms in this country is too high compared with those mushroom growers in those under developed countries all over the world especially in Asia. Therefore. the techniques learned from the mushroom turner are used to solve the hog waste problem which has had already existed for so long a time in this country.

Three sets of automatic hog manure turners have already been designed and manufactured, two sets of the turner were delivered and experimented in a hog farm in Hsinchu prefecture. the third one was delivered and experimented in a pig farm in Ilan prefecture. The performances of those turners are very satisfactory in those places. special features of those turners are:

(1)The use of turners is safe.

(2)The mixing of upper and lower part of wastes are very good.

(3)The manure can be taken away from the system automatically at any place.

(4)The manure can be cut to small pieces or even powder so that famers can put them in the field without any difficulty.

However, there is also a minimum defect by using the turner, that is this turner can be operated just only in one direction. It must be improved immediately for better performances and thus easier to extend the turners to famers.

Key Words : Hog wastes, Turner

---

1. Contribution No. 1567 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Junior specialist, TARI, Taichung,R. O. C.

薑花組織培養之大量繁殖[1]

許家言[2] 葉常青[2] 蔡新聲[3]

摘要：利用組織培養技術，進行薑花大量繁殖的研究，以期在短時間內獲得較多的栽培苗供推廣是本試驗之目的。結果顯示，液體培養的效果比固體培養好，保留頂芽處理的分蘖芽數較切除頂芽者爲多，基本培養基則以全量 MS (Murashige and Skoog, 1962) 基本鹽類配合 4 mg/l BA 所得的分蘖芽數最多，在培養六星期後每一個芽可繁殖4.78個芽體，若以液體培養配合保留頂芽處理的繁殖法，試管苗在培養二星期後即可全部發根。利用本試驗推薦的方法繁殖薑花，一個芽可在一年中產生8×10^5株幼苗。

關鍵詞：薑花，大量繁殖

薑花 (學名：*Zingiber zerumbet* Smith, 英名：Ginger flower) 是一種蘘荷科 (*Zingberaceae*) 多年生宿根性植物(1)，在本省低海拔山區或郊外有許多野生的植株，夏季開白花，花朶香氣馥郁，目前正有許多優良的栽培品種育出，花色很多，是花色香味俱佳的草本花卉，可做切花用。本省傳統薑花的繁殖方式是以根莖 (rhizome) 繁殖(1)或採分株方式，繁殖速度較慢，且因種薑貯藏不當常易腐爛或遭蟲害，嚴重的影響萌芽率，加以薑花生長期中易感染軟腐病，即使在栽植前以殺菌劑浸種薑亦不易根除，故成爲栽培上的一大損失。若能使用組織培養技術繁殖，將可避免病蟲的危害及氣候、土壤等外界環境的影響，而達到短時間大量繁殖的目的。

材料與方法

本試驗之薑花材料取材自高雄區農業改良場所育成的 J—7品系。切取成株約5—10公分長之分蘖幼苗，使用10% Clorox 溶液(約等於0.525% NaOCl)，加數滴展著劑 Tween 20，置於超音波振盪器中表面消毒10分鐘，再以無菌水洗滌三次後，逐層剝離外葉，切取莖頂分生組織及附近側芽的頂端，長度約0.1公分左右，培養於含有2mg/l BA (benzyladenine) 、 0.05mg/l NAA (α—naphthaleneacetic acid) 、 40mg/l adenine sulfate、170mg/l $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$、3% sucrose 及 1% Sigma agar 的 MS (Murashige and Skoog, 1962) (10)基本鹽類培養基上，於溫度25±1°C，光強1,500 lux, 每日16小時之光照下培養，待長出分蘖幼株，約2～3片本葉時，進行以下的試驗。

一、固態、液態培養基對繁殖速率的影響：

切取薑花的分蘖幼株，以每一幼株爲單位，將頂芽切除，僅保留莖基部側芽培養於含有2mg/l BA、0.05mg/l NAA、40mg/l adenine sulfate、170mg/l $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$、3% sucrose及1% Sigma agar 的 MS 基本鹽類固體培養基(pH=5.7)，或不含 agar 的液體培養基(pH=5.2)上。固態或液態培養基的用量，均爲10ml，每處理20個重複，每個重複培養1株幼芽。固體培養置於25±1°C的恆溫，1,500 lux 光強度的條件下靜止培養；液體培養的溫度與光強度同固體培養，並置於100 rpm之水平迴旋振盪器(gyrotary shaker)上培養。培養後每星期分別統計繁殖的分蘖芽數與發根頻度。

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1568 號。本文承高雄區農業改良場提供材料，文稿英文部份承本系劉大江博士斧正，特此申謝。

2. 3. 分別爲本所農藝系助理及研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

二、切除頂芽與否對繁殖速率的影響：

兩種處理的培養基均使用液體培養基（pH＝5.2），培養基成分及培養條件與試驗一之液體振盪培養相同。切取薑花分蘗幼株，以每一幼株爲單位，將培植體分爲切除頂芽（即僅保留莖基部側芽）及保留頂芽（將分蘗幼株整株培養）兩種處理，每個處理10個重複，每個重複培養1株幼芽。培養後每星期分別統計繁殖的分蘗芽數與發根頻度。

三、培養基中不同濃度的 BA 對繁殖速率的影響：

將不切除頂芽之薑花分蘗幼株，培養於含有0.05mg/1 NAA、40mg/1 adenine sulfate、170 mg/1 $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$及3% sucrose, pH＝5.2的液體 MS 基本鹽類培養基上，並配合0，0.5，1，2，4及8mg/1 六種不同濃度的 BA 處理，每處理15個重複，每個重複培養2株幼芽。培養條件爲25±1°C的恆溫，1,500 lux 光強度，每日16小時之光照，並置於100 rpm 的迴旋振盪器上培養，每星期分別統計繁殖的分蘗芽數。

四、培養基中不同基本鹽類濃度對繁殖速率的影響：

將不切除頂芽之薑花分蘗幼株，培養於含有2mg/1 BA、0.05mg/1 NAA、40mg/1 adenine sulfate、170mg/1 $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$、3% sucrose 及 pH＝5.2的液體培養基，並配合1，½及¼ MS的基本鹽類濃度處理。每處理20個重複，每重複培養1幼株。培養條件同試驗三，培養後每星期分別統計繁殖的分蘗芽數。

結果與討論

一、固態及液態培養基對薑花繁殖速率的影響

圖 1 顯示，液體培養基繁殖的分蘗芽數較固體培養基爲多，在培養四星期後，液體培養平均可使 1

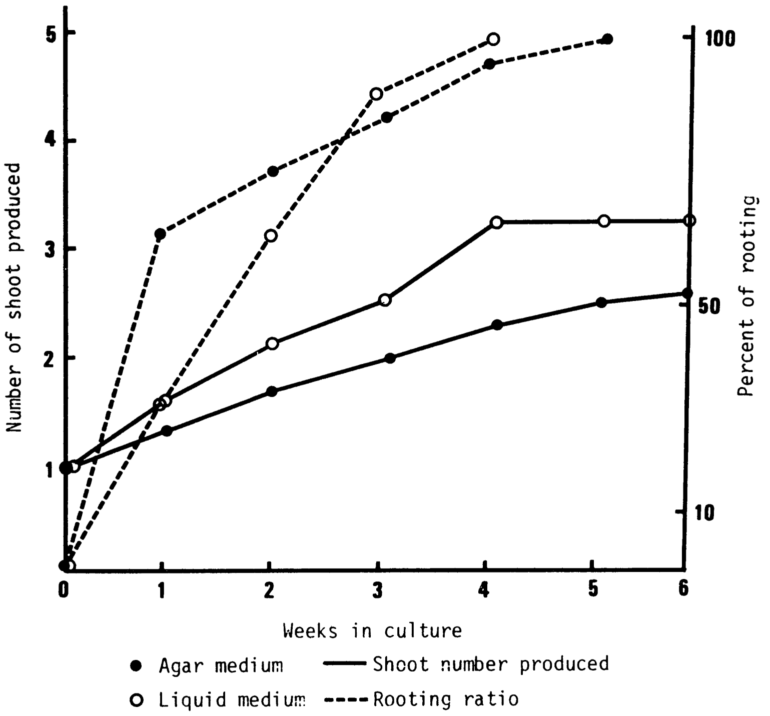


圖1. 固態及液態培養基對薑花繁殖速率與發根的影響。

Fig 1. Effect of medium phase on shoot formation and rooting ratio from ginger flower subculture.

個芽體繁殖3.21個芽；而固體培養基中爲2.42個芽。此結果與 Bennett & Davies 報導液體培養 *Quercus shumardii* 比固體培養效果好相同[2]。以往作物組織培養之大量繁殖以使用固體培養基較爲普遍；液體培養基的使用是近幾年來的事，唯尙未普遍化，以前多置入濾紙或其它物質以支持培植體[5]，目前則以振盪培養的方式爲多。

液體培養繁殖速率較固體培養快速的原因，可能係因培植體較易吸收液體培養基的營養成分，而且液體培養基採用振盪培養，可使培植體打破極性，且可增加培養環境中 CO_2 與 O_2 交換率，以充分供應光合作用的基質，而使繁殖速率加快所致。但液體培養至第四個星期以後，芽數的增加，呈現停滯的現象，而固體培養卻一直呈緩慢增加的趨勢，是故採用液體培養需1個月繼代培養一次，以達迅速繁殖的目的。在誘導培植體的發根上，則以固體培養基較早，約在培養後1—2星期即可見多量發根，但需至培養五星期後方可達100%發根；而液體培養基的發根雖較晚，約在培養後第三星期才開始，但只需經一星期（即培養後第四星期）即可全部發根。所以在培植體的發根效果上，液體培養基仍優於固體培養基。

二、切除莖頂與否對繁殖速率的影響：

圖2顯示，切除頂芽的處理平均1株幼株可繁殖3.2個芽，而保留頂芽的處理可繁殖4.4個芽。其原因可能爲切除頂芽後的一段時期，植株的生長勢受到抑制，而呈現生長停滯的現象，經兩三星期後方可恢復萌發分蘗芽的潛勢。保留頂芽的處理方式，在發根的時間及數量上亦明顯的優於切除頂芽之處理。

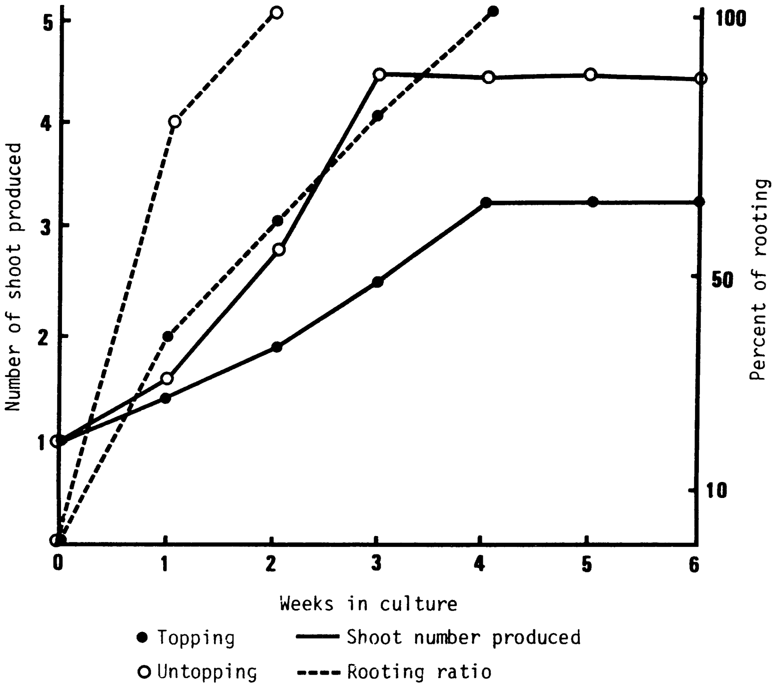


圖2. 去頂與否對薑花繁殖速率與發根的影響。

Fig 2. Effect of topping or untopping on shoot formation and rooting ratio from ginger flower subculture.

三、培養基中不同濃度的 BA 對繁殖速率的影響：

圖 3 顯示，六個處理中除不含 BA（CK）的處理在培養六個星期後，平均繁殖的分蘖芽數在2.0以下，其它含 BA 五個處理的分蘖芽數，在培養後第三個星期即達2.0以上， BA 濃度在4mg/1 以內者，分蘖芽數隨著 BA 濃度的增高而增加。4mg/1 BA 的處理，培養六個星期所得的平均分蘖芽數爲3.25。而 BA濃度升高至8mg/1，培養六個星期之分蘖芽數反降爲2.64個。由以上結果可知大量繁殖薑花的適當 BA 濃度爲4mg/1。此結果與 Stapfer & Heuser 報導 *Heuchera sanguinea* Engelm. 的繁殖以4～8mg/1 BA 最適當[13]，及 Sugiura *et al.* 指出日本柿子繁殖所需 BA 之適當濃度爲5mg/1的結果相近。許多文獻指出，高濃度的 cytokinin 可誘導培植體產生不定芽[2,8,9,12,13]。在許多 cytokinin 種類中，以 BA 對腋芽（axillary bud）[13] 與不定芽（adventitious bud）[2,8,9,12,14] 的生成促進效果最佳，比 kinetin 或2ip 的效果高出一倍以上[2,13,14]。培養基中加入適當的 BA，可誘導不定芽的產生，芽體可充分伸長，植株的生長成爲叢生狀（rosette type）[14]，且會分蘖許多小芽體，這些小芽體可行分切與繼代培養而達到大量繁殖的目的[2]。但若 BA 濃度過高，會導致幼芽發育短小畸形[4,11]，且植株有矮小（stunted）、腫大（swollen）及不正常發育（abnormalities）的現象[2]。在薑花的大量繁殖上，培養基中加入8mg/1 BA ，有分蘖芽體減少及每一分蘖植株生長較小的現象，但並無以上數種畸形的徵狀。

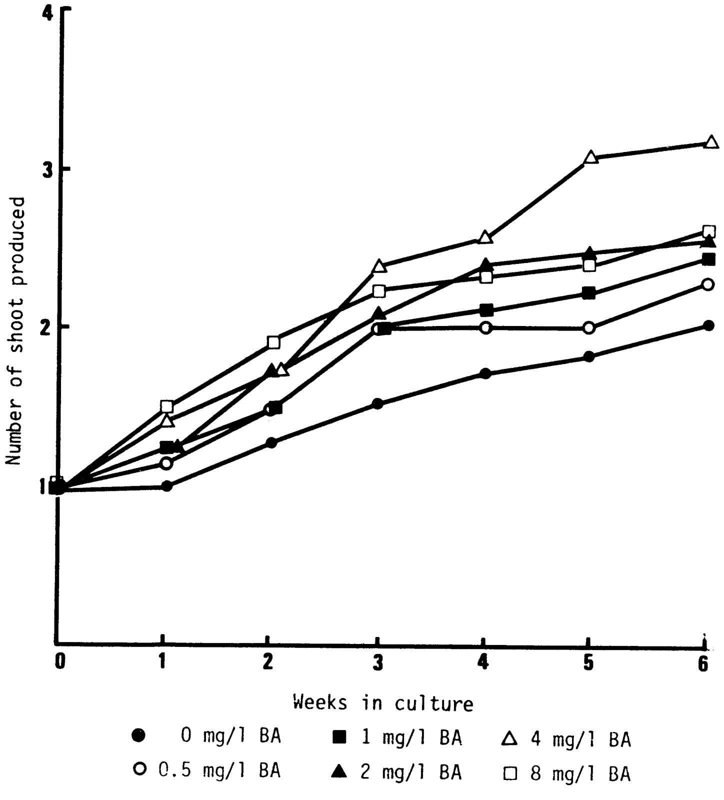


圖3. 不同濃度的 BA 對薑花繁殖速率的影響。

Fig 3. Effect of 6-benzyladenine concentration supplemented to MS basal medium on shoot formation from ginger flower subculture.

四、培養基中不同鹽類濃度對繁殖速率的影響：

圖 4 顯示，三個處理中以全量 MS 基本鹽類濃度者，所繁殖的分蘖芽數最多，培養六星期可達4.78個芽，½ MS 處理者有3.0個芽，而¼ MS 處理者僅有2.34個芽。全量 MS 的繁殖速率最快的原因，可能係培養基中無機與有機成分供應充分之故。此結果與 Torres & Carlisi 報導茶花以½MS 培養基生長最快[15]，Cockrel *et al.* 認為 *Cineraria* 以½MS培養基對芽的繁殖速度最快[3]，及 Wainwright & Marsh 宣稱 Watercress 以¼ MS 培養基的繁殖速率最快[16]結果有所不同，但 Hovanesian & Torres 則以為 *Uriola paniculata* L. 以全量 MS 誘導的芽體最多[7]；Gertsson 指出 *Senecio* 以高濃度的大量元素鹽類培養比低濃度者有較多的芽體產生[6]；Sugiura *et al.*也報導日本柿芽之產生以全量 MS 鹽類最多[14]。所以 MS 基本鹽類的最適濃度隨作物的種類不同而異。

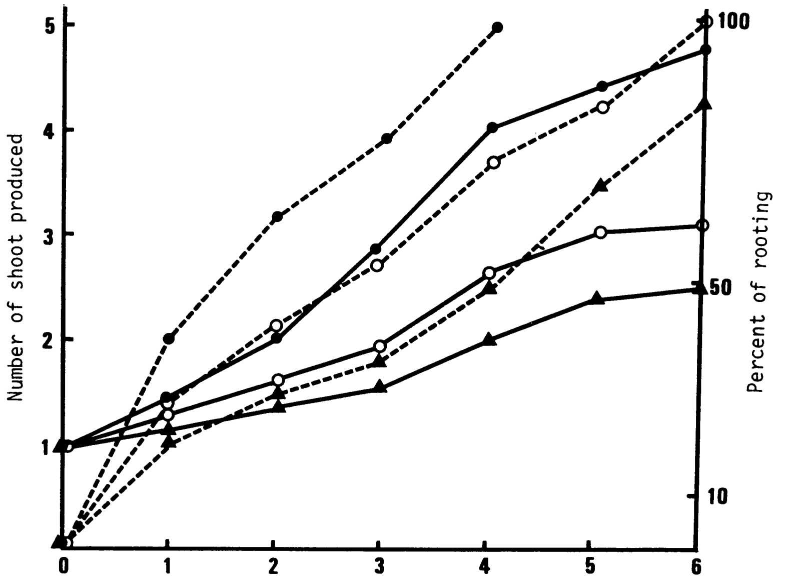


圖4. 不同基本鹽類濃度對薑花繁殖速率與發根的影響。

Fig 4. Effect of strength of MS basal salts on shoot formation and rooting ratio from ginger flower subculture.

結　論

綜合以上的結果可知，薑花的莖頂培養大量繁殖方法為切取約5～10公分長成株的分蘖幼苗，經表面消毒後，取下約0.1公分左右的莖頂分生組織或側芽頂端，培養於含有2mg/l BA、0.05mg/l NAA 、40mg/l adenine sulfate、170mg/l $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ 及3% sucrose 之 MS 固體培養基上，待長出許多分蘖芽，每個芽體出現 2 － 3 片本葉時，以一個幼芽為單位，保留頂芽繼代培養於含有4mg/ l BA 、0.05mg/l NAA 的全量 MS 改良液體培養基上，以100 rpm 振盪培養，每4—6個星期繼代培養一次，此種方法繁殖，一個芽體每42天可形成4.78個芽體（圖5），估計一年約可繁殖8×10^5株幼苗。

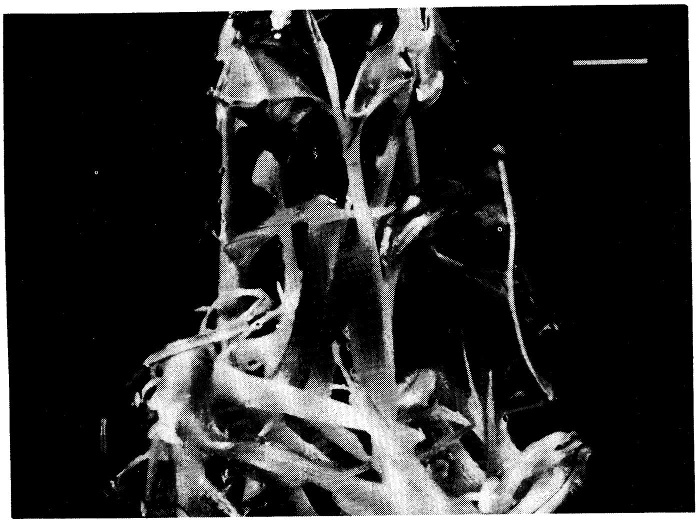


圖5. 薑花莖頂或芽體培養之大量繁殖。(圖中白線標示1cm)
Fig 5. Mass propagation of ginger flower through shoot tip or bud culture. (bar=1 cm)

引用文獻

1. Bailey, L. H. 1948. Manual of cultivated plants. Revised edition, pp.287—288. The Bailey Hortorium, Cornell University, Ithaca, N. Y., U. S. A.
2. Bennett, L. K. and F. T. Davies. 1986. In vitro propagation of *Quercus shumardii* seedlings. HortScience 21(4) : 1045—1047.
3. Cockrel, A. D., G. L. McDaniel and E. T. Graham. 1986. In vitro propagation of *Florists cineraria.* HortScience 21(1) : 139—140.
4. Favre, J. M. and B. Juncker. 1987. In vitro growth of buds taken from seedlings and adult plant material in *Quercus robur* L. Plant Cell Tissue Organ Culture 8 : 49—60.
5. George, E. F. and P. D. Sherrington. 1984. Plant propagation by tissue cultre. Chap. 6. Tissue culture media-support systems. pp. 236—240. Printed in Great Britain by Eastern Press, England.
6. Gertsson, U. E. 1986. Influence of explant orientation and media composition on organ formation, growth and nitrogen content in petiole explants of *Senecio hybridus* Hyl. J. Horti. Sci. 61(1) : 121—128.
7. Hovanesian, J. C. and K. C. Torres. 1986. Micropropagation of *Uniola paniculata* L. Plant Cell Reports 5 : 385—386.
8. Liu, L. and D. W. Burger. 1986. In vitro propagation of Easter Lily from pedicels. Hortscience 21(6) : 1437—1438.
9. Mudge, K. W. 1986. Micropropagation of Mugo pine from embryonic and seedlings explants. HortScience 21(2) : 298—299.
10. Murashige, T. and F. Skoog. 1962 A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473—497.
11. Nieuwkerk, J. P., R. H. Zimmerman and I. Fordham. 1986. Thidiazuron stimulation of apple shoot proliferation in vitro. HortScience 21(3) : 516—518.
12. Robert, M. L., J. L. Herrera, F. Contreras and N. S. Keith. 1987. In vitro propagation of *Agave fourcroydes* Lem. (Henequen). Plant Cell Tissue Organ Culture 8 : 37—48.

13. Stapfer, R. E. and C. W. Heuser. 1986. Rapid multiplication of *Heuchera sanguinea* Engelm. "Rosamundi" propagated in vitro. HortScience 21(4) : 1043—1044.
14. Sugiura. A., R. Tao, H. Murayama and T. Tomana. 1986. In vitro propagation of Japanese persimmon. HortScience 21(5) : 1205—1207.
15. Torres, K. C. and J. A. Carlisi. 1986. Shoot and root organogenesis of *Camellia sasanqua*. Plant Cell Reports 5 : 381—384.
16. Wainwright, H. and J. Marsh. 1986. The micropropagation of watercress (*Rorippa nasturtium-aquaticum* L.). J. Horti. Sci. 61(2) : 251—256.

In Vitro Propagation of *Zingiber Zerumbet* Smith[1]

J. Y. Hsu[2], C. C. Yeh[2] and H. S. Tsay[3]

SUMMARY

The purpose of this experiment was to develop effective in vitro method to mass-propagate ginger flower in a short period of time as required for commercial cultivation. Shoot tips (1 mm in size) were cultured on MS medium containing 2 mg/1 of 6-benzyladenine, 0.05 mg/1 of NAA, 40 mg/1 of adenine sulfate, 170 mg/1 of $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ and 3 % of sucrose for 1 month. The adventitious buds produced from these cultures were used to evaluate the effect of topping and the composition of culture medium on the production of secondary adventitious buds. The results are summarized as follows :

1. Full strength of MS basic salts supplemented with 4 mg/1 of 6-benzyladenine was able to produce an average of 4.78 new shoots per cultured adventitious bud within 6 weeks. Rooting rate was as high as 100 % after 4 weeks in culture.
2. Propagation rate was faster for liquid medium than for agar medium. Number of shoots produced per cultured adventitious bud was higher from untopping treatment than from topping treatment, and rooting ratio of the newly produced shoots was as high as 100 % after 2 weeks in culture.

According to the propagation method developed in this study, 8×10^5 seedlings could be produced from one shoot tip explant in a year.

Key Words : Ginger flower, mass propagation

---

1. Contribution No. 1568 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2.3. Research Assistants and Senior Agronomist, respectively. Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 413, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）40(2)：178～187（1991）

馬鈴薯品系之區域試驗[1]

曹幸之[2]　陳培昌[3]　李碩朋[2]　劉慧卿[2]

摘要：馬鈴薯品系在產地進行區域試驗，計有臺中縣神岡鄉、雲林縣斗南鎮及嘉義縣溪口鄉三處秋作以及溪口冬作共四處，除溪口之秋、冬作均爲單行畦外，另兩處之秋作則爲一般慣行之雙行畦，其它田間管理依試種農戶之栽培方式。由於溪口之對照栽培品種卡地那受毒素病爲害，秋冬兩作之供試品系均與另一栽培種克尼伯（俗稱大葉種、又名克難）相比較，斗南試驗以卡地那爲對照，神岡試驗則以兩個栽培品種爲照。

關鍵詞：馬鈴薯品系。區域試驗。

溪口秋作在種植108天後採收，以品系No.143產量最高，總產量爲52.6t/ha，可售薯（大於75公克）47.2t/ha，No.770其次，總產量與可售產量分別爲46t/ha及41t/ha，克尼伯則產量24.9t/ha（總）及22.6t/ha（可售），其他供試品系385095—15、385095—54、1287—19與No.386可售產量均達33t/ha以上；比重以克尼伯最低，爲1.0731，No.386最高，爲1.0864。神岡秋作種植103天後採收，產量較溪口試驗爲低，克尼伯總產量18.7t/ha，可售產量爲15t/ha；No.386因出芽遲且不整齊，產量是供試品系中最低，總產量18.4t/ha，可售量14.3t/ha；385095—15之大薯產量顯著高於各品種（系）而產量最高，總產量39.7t/ha，可售量35t/ha；No.770總產量高於30t/ha，但可售量只26t/ha，卡地那產量則分別爲27.3t/ha（總）與24.8t/ha（可售），比重仍以No.386最高，爲1.0874，克尼伯與385095—15爲最低。斗南秋作在種植117天後採收，385095—15與385095—54總產量均達38t/ha以上，可售量26—28t/ha，卡地那可售產量23.7t/ha，總產量28t/ha，品系143可售產量與卡地那相同，但總產量略高，爲32.5t/ha；採收時地上部莖葉之重量也以No.770與卡地那最低，兩個385095品系最高。溪口冬作種植115天後採收，No.386與No.143產量最高，總產量爲42—47t/ha，可售產量均爲35t/ha，克尼伯產量較供試品系爲低，總產量與可售產量分別爲23t/ha與16t/ha，比重亦以克尼伯最低，爲1.0609。由溪口地區之試驗顯示冬作較秋作產量低，比重亦低。

馬鈴薯在本省栽培歷史已久，原先產地集中於臺中縣各鄉鎮，近十年來雲林、嘉義兩縣逐漸成爲另一個重要的馬鈴薯產地[2,6]，品種在中部以克尼伯、五峰爲主，南部以卡地那、克尼伯爲主，以及少量的 Omega 和雪白，其間雖有試驗單位或民間商人引進一些品種種植，並未推廣開來，反而栽培農戶對品種混淆不清，一般，仍以前述五峰、克尼伯及卡地那爲最大宗。

本省馬鈴薯栽培與其他地區一樣，以毒素病問題最嚴重，造成生育不良，產量減少[1,2,3,7,11,12,13]，因此從1982年起建立了現行種薯繁殖體系[1,6]，以生產栽培用之健康種薯。本所進行品種篩選，許多品種（系）因罹毒素病而遭淘汰，但有些品系經多年田間試驗觀察[2,3]，均不受病毒爲害，並曾由中興大學盧耀村教授協助接種病毒篩選；選出之抗病品系若能推廣栽培，可以降低生產成本，種薯生產

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1569 號。 本試驗承行政院農業委員會補助(79農建—7.1—糧—113—1)，謹致謝意。
2. 分別爲本所園藝系研究員，前計畫助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 種苗改良繁殖場，前研究員。

也較容易，農民不致因種植帶病種薯而沒有收成，因此本年度就一些表現抗病而產量及薯球外觀均屬中等以上之馬鈴薯品系，在臺中神岡、雲林斗南及嘉義溪口進行區域試驗，以了解它們在產地的適應性以及農戶的接受程度。

材料與方法

供試品系中No.143、386、770與1287—19先於民國76年夏秋種植於國立臺灣大學附設山地農場梅峰（海拔2100公尺）之網室內以生產少量種薯，於77年秋冬在虎尾田間種植（陳培昌、曹幸之，資料未發表），生產多量種薯；385095—15與385095—54兩品系種薯則由77年秋季農試所試驗田所選留。栽培品種卡地那由斗南農會提供，克尼伯購自豐原農會，保利（Shepody）和由樂那（Ilona）與No.143等同爲虎尾生產之種薯，各品系之譜系及主要特性（5）如表1.。由於供試品系之數量各異，保利用在溪口試區秋、冬作，由樂那只用於溪口秋作，385095—54只用於斗南與溪口秋作，385095—15用於溪口、斗南與神岡三處秋作。各地區所用之參試及對照品系（種）示如表2。

表1. 供試馬鈴薯品系及其特性

Table 1. Main traits of tested potato clones.

品系 Clone	譜系 Pedigree	特性 Characteristics
143	Juanita× J —178—10(155)	中晚生，下位莖紅色，薯皮淺黃，薯肉黃，形狀橢圓略扁。
770	MB—351	中生，莖色淡紅，葉脈微紅，薯皮鮮紅，薯肉黃，形狀略長卵圓。
386	68843／17	中晚生，全株綠色，短日下亦能開花，色白，薯皮黃色，肉淺黃。
1287—19		莖紫紅，花白色帶紫，抗青枯病，薯皮及肉均白色，圓形，比重高。
385095—15	Y84.051×Y84.007	薯皮與肉均白色，略長橢圓形。
385095—54	Y84.051×Y84.007	薯皮黃，肉白，薯大而圓形。

表2. 馬鈴薯區域試驗各地供試之品系（種）

Table 2. Potato clones/cultivars planted at different regions.

地區 Area	種植日期 Planting Date	採收日期 Harvest Date	供試品系（種） Clones/Cultivars Planted
神岡	78.11.1	79.2.13	143 386 770 385095—15 Kennebec (ck) Cardinal (ck)
斗南	78.11.15	79.3.13	143 770 385095—15 385095—54 Cardinal (ck)

溪	口	78.10.15	79.2.10	143 386 770 1287—19 385095—15 385095—54 Kennebec (ck) Cardinal (ck) Ilona (ck) Shepody (ck)
溪	口	78.11.30	79.3.24	143 386 770 1287—19 Kennebec (ck) Shepody (ck)

各區域試驗田區前作均爲水稻，溪口秋作於民國78年10月15日種植，供試品系6個，品種4個，完全逢機區集排列，四重覆，每小區面積0.75×10m，單行植，35株；冬作參試品系4個，栽培品種3個，於同年11月30日種植，試驗設計與小區面積同秋作，所有田間管理均依農民慣行法，種植前施用基肥包括每0.1公頃雞糞350公斤，硫酸錏80公斤，過磷酸石灰120公斤與氯化鉀60公斤，種後一個月培土時並施追肥每0.1公頃硫酸錏40公斤，氯化鉀20公斤，種植期間噴灑殺菌劑及殺蟲劑共六次，秋作於79年2月1日採收，共108天種植期；冬作於79年3月24日採收，共種植115天。

斗南試區於78年11月15日種植，完全逢機設計三重覆，每小區1.2×7m，雙行畦46株，參試品系4個，對照品種爲卡地那，採收期爲種植後117天，79年3月13日，田間管理依農戶慣用法，No.386、1287—19與克尼伯、保利、由樂那因種薯切開已久，種在另處僅供觀察參考。

神岡試區於78年11月1日種植，參試品系4個，對照品種爲卡地那與克尼伯，田間設計爲完全逢機區集排列，三重覆，小區面積1.2×7.5m，雙行畦，50株，採收日期爲種植後103天，79年2月13日。斗南與神岡兩處農戶未用有機基肥。

採收時，先稱取各品種之莖葉重，薯球再依大小分成四級，大於250公克之特大薯、介於150與250公克之大薯、介於75與150公克之中薯以及等外之小薯，分別稱重及記錄薯球數，中薯以上之產量爲可售產量，包括小薯之產量爲總產量，各品種之平均薯球大小依總產量與大於20公克之薯球數之平均值而得，可售薯之平均單薯重則由可售薯產量與薯球數之平均值而得，以上數據均經變方分析。

結　果

神岡秋作：

供試品系No.386因種植時尚未發芽，種後一個月仍出芽不齊，採收時，其薯球較小，產量最低（表3），因無大於250公克之特大薯，因此統計分析只有大薯產量而無特大薯產量，克尼伯則是所有供試品系（種）中生育期最短的，採收時，其莖葉已枯，卡地那生育旺盛，至採收時莖葉已老化；385095—15爲所有品種（系）中莖葉最茂盛，生育最久者，其採收期之莖葉仍有15.9t/ha，極顯著大於栽培品種，No.143莖葉重達11.9t/ha，亦比栽培品種爲高（表3），薯球產量以385095—15最高，總產量爲39.7t/ha，其中可售量爲35.1t/ha，亦即88%的薯重由75公克以上的可售薯而來，可售薯中大於250公克之特大薯產量將近15t/ha，大於150公克的大薯產量10.6t/ha，共26.5t/ha，也是所有品

系中最高，顯著高於栽培品種；卡地那總產量27.3t/ha，可售產量爲24.8t/ha，佔90%以上（表7），其150公克以上之大薯產量達15t/ha以上，僅次於385095—15；克尼伯可售產量只有15t/ha，總產量18.7t/ha與No.386產量相同，爲供試品系（種）中最低，兩品種（系）平均單株產量約340～346公克，但克尼伯平均薯球較No.386爲大。薯球比重以No.386最高，達1.0874，即固形物含量約22%，次爲卡地那，爲1.0816，No.770與No.143再次之，爲1.0772—1.0766；克尼伯的薯球比重低，爲1.0690，亦即薯球固形物含量約18%，而385095—15比重最低，爲1.0667。各品種（系）之可售薯的平均單薯重以No.386的128公克與No.770的134公克最低，顯示此二品系之薯球較小，而385095—15之可售薯平均每個重188公克，其包括20公克以上小薯之重量與個數所得之平均單薯重，亦達154公克，顯示該品系一般生產均爲大薯，卡地那亦爲大薯品種，No.770與No.143產量與卡地那不具顯著差異，其平均可售薯之大小亦與卡地那相近，唯其平均單薯重較小，顯示該二品系小薯較卡地那爲多。

斗南秋作：

品系No.386、1287—19及品種克尼伯、由樂那、保利等種薯已事先切好，但試驗田尙未預備好，種薯片放置2—3週後，另覓田區種植，雖然都有出芽，但因種薯片久置，有乾縮及發霉情形，影響後來的生育，1287—19生長慢，克尼伯莖葉少，株冠不能蓋住畦面（full canopy-cover），由樂那與保利則毒素病嚴重，只有No.386生育最好，莖葉均正常發育，因此這部份的資料不予分析，只進行種植於試驗田本區的No.143等四個品系與卡地那之比較。種植後一個半月所有品種（系）生育均相當旺盛，種植後117天採收，各品系均達成熟老化，採收時之收穫指數均達77%以上（表7），莖葉重以385095之二品系最大，達10t/ha以上（表4），顯著高於其他品種（系），卡地那最低僅1.7t/ha，較神岡地區爲低；但卡地那薯球產量在兩地相同，在斗南地區中薯（75～150公克之薯）較多，而平均薯重略小於神岡地區，兩地之單株薯球產量均爲504～510公克（表3，表4），其他的品系No.143、770與385095—15在斗南之總產量均與神岡之總產量相近，但可售薯產量均較低，No.770只有17.4t/ha；佔該品系總產量之63%（表7），可售薯中也沒有大於250公克之特大薯，統計分析只有大薯產量，沒有特大薯產量，385095—15之可售產量爲28.4t/ha，佔總產量之73.9%，與卡地那之23.8t/ha在統計上差異並不顯著，但總產量38.4t/ha顯著高於卡地那，爲供試品種（系）中最高，385095—54的生育與產量表現與385095—15相似，但平均薯球及可售單薯較385095—15爲大，是另個大薯品系，385095—54之總產量中有9.5%來自特大薯，32.6%來自中薯，385095—15只有4.6%的產量爲特大薯，而有41.6%的產量爲中薯；No.143總產量略高於卡地那，但可售產量與卡地那相同，平均單薯較卡地那小；No.770之可售產量較卡地那低，爲本區各品系最低者。本區試驗所生產之馬鈴薯一般較神岡試區爲小（表3，表4），顯示薯球之增重（bulking）較慢。

表3. 馬鈴薯優良品系在神岡之區域試作（78年11月1日—79年2月13日）

Table 3. Regional trial of potato clones at Shen Kang, Taichng County (Nov.1.1989—Feb.13.1990)

品種（系）Clone	莖葉 Haulm (t/ha)	薯球產量 (t/ha) tuber yield				單株薯重 (g) Perplant tuber wt	平均單薯重(g) Avg tuber size	可售單薯重(g) Avg marketable tuber size	比重 Sp. Gr.
		大薯 (>150g)	中薯 (>75g)	可售薯 Marketable	總重 Total				
143	11.93	14.77	9.73	24.50	29.77	550.00	113.67	144.33	1.08
386	8.70	5.53	8.73	14.27	18.37	339.33	84.33	131.33	1.09
770	8.00	12.70	13.33	26.07	30.90	572.67	107.33	134.67	1.08
385095—15	15.90	26.53	8.57	35.13	39.73	734.67	154.33	188.00	1.07
Kennebec	2.40	9.43	5.53	14.97	18.73	346.33	111.33	149.33	1.07
Cardinal	5.53	15.93	8.83	24.77	27.27	504.33	143.67	168.00	1.08

LSD 5%	4.84	6.29	5.40	7.07	6.61	122.18	11.99	21.21	.01
LSD 1%	6.88	8.94	7.68	10.06	9.40	173.78	17.06	30.17	.01
CV (%)	30.42	24.42	32.55	16.69	13.22	13.22	5.53	7.64	.29

a.試驗設計 RCBD ，3重複，小區面積1.2×7.5m，50株。

表4. 馬鈴薯優良品系在斗南之區域試作（78年11月15日—79年3月13日）

Table 4. Regional trial of potato clones at Tou-Nan, Yun-Lin County (Nov.15.1989—Mar.13.1990)

品種（系） Clone	莖葉 Haulm (t/ha)	薯球產量 (t/ha) tuber yield				單株薯重 (g) Perplant tuber wt	平均單薯重(g) Avg tuber size	可售單薯重(g) Avg marketable tuber size
		大 薯 (>150g)	中 薯 (>75g)	可售薯 Marketable	總 重 Total			
143	4.43	8.97	14.63	23.60	32.50	594.67	91.00	134.00
770	3.10	7.60	9.80	17.40	27.70	505.67	79.00	120.00
386095—15	10.20	12.13	16.30	28.43	38.50	702.33	93.67	127.67
385095—54	11.43	13.83	12.40	26.23	38.03	695.00	107.33	151.00
Cardinal	1.70	13.10	10.67	23.77	27.97	510.33	121.00	154.00
LSD 5%	3.08	5.70	3.48	5.10	3.05	53.89	17.91	19.83
LSD 1%	4.38	8.11	4.95	7.25	4.34	76.65	25.47	28.21
CV (%)	27.39	28.17	14.99	11.74	5.09	4.92	10.01	7.94

a.試驗設計 CRD，3重複，小區面積1.2×7m，46株。

溪口秋作：

溪口秋作爲三處試驗中最早種植，而卡地那、由樂那、保利種薯均感染病毒，加上切薯過程，使病毒傳開，卡地那在種植一個半月後，幾全落葉，由樂那亦病癥明顯，它們的薯球產量分別爲6.2t/ha及8.2t/ha，未列入統計分析中，保利也有嵌紋病癥，唯葉片仍大，採收時莖葉重5t/ha，克尼伯只1.85t/ha（表5）。進行統計分析的6品系，莖葉生長均較克尼伯、保利兩栽培品種茂盛及持久，每公頃莖葉重均達極顯著差異（表5），收穫指數除1287—19外，均只68—76%（表7），各品系中以No.143最茂，每公頃莖葉重達22.5t/ha，其他品系也有10t/ha以上。No.143的薯球產量亦最高，總產量52t/ha以上，其中約90%爲可售薯，18.3t/ha的特大薯，15.8t/ha的大薯以及13t/ha的中薯，共可售產量47.2t/ha，亦爲各品系中最高，較栽培品種產量高出一倍以上，No.143平均每株生產1.1公斤，平均單薯達146公克以上，其比重1.0847（表5），薯球固形物含量21.6%以上，保利總產量25.3t/ha，可售產量21.1t/ha，克尼伯總產量24.9t/ha，可售產量22.6t/ha，爲供試品種（系）中最低，平均單株產量533～542公克，其他的供試品系除385095—54外，總產量均達近40t/ha或以上，單株產量均顯著高於栽培品種，在可售產量方面，各品系均達33t/ha以上，與栽培品種的產量均達極顯著差異，以No.770的41t/ha最高，除385095—15外，各品系在溪口產量較斗南、神岡兩地試驗爲高，單株產量及平均薯球較大。No.386與1287—19的平均薯球較小，其生產特大薯的比率亦較低，佔其總產量的17—21%，No.386的比重最高，爲1.0864，固形物含量22%，克尼伯與保利比重最低，亦達1.0731—1.0747，固形物含量19%。

表5. 馬鈴薯優良品系在溪口之區域試作（78年10月15日—79年2月10日）

Table 5. Regional trial of potato clones at Hsi-Kou, Chia-yi County (Oct.15.1989—Feb.10.1990)

品種（系） Clone	莖葉 Haulm (t/ha)	薯球產量（t/ha） tuber yield					單株薯重（g） Perplant tuber wt	平均單薯重(g) Avg tuber size	可售單薯重(g) Avg marketable tuber size	比重 Sp. Gr.
		特大薯 (>250g)	大薯 (>150g)	中薯 (>75g)	可售薯 Marketable	總重 Total				
143	22.57	18.33	15.85	13.05	47.22	52.65	1130.50	146.25	180.00	1.08
386	15.27	6.09	15.85	12.23	34.97	40.25	863.00	114.25	136.75	1.08
770	16.00	13.80	13.30	13.38	41.05	45.93	984.25	143.25	176.75	1.08
1287—19	10.73	9.05	15.75	11.88	36.67	41.60	891.75	124.50	153.75	1.08
385095—15	12.63	11.75	11.82	9.73	33.30	39.55	846.75	135.50	169.50	1.07
385095—54	16.58	19.30	9.70	4.30	33.30	35.35	751.50	184.25	205.00	1.08
Kennebec	1.85	8.60	7.85	6.18	22.63	24.88	533.50	182.50	209.50	1.07
Shepody	5.00	7.90	7.78	5.48	21.13	25.28	542.25	142.50	183.00	1.07
LSD 5%	4.62	5.99	3.76	5.06	7.48	8.80	186.73	36.72	31.86	.01
LSD 1%	6.29	8.16	5.12	6.88	10.18	11.98	254.16	49.97	43.37	.01
CV（%）	24.98	34.09	20.90	36.10	15.06	15.67	15.52	17.03	12.25	.40

a.試驗設計 RCBD ，4重複，小區面積0.75×10m，35株。

溪口冬作：

保利因有病毒感染，可售薯甚少，平均每株1—2個，可售產量8.4t/ha，總產量15t/ha，卡地那毒素病更為嚴重，甚至有一個小區毫無收成，而生產的薯球以等外的小薯較多，故不列入統計分析，本期作溫度較低，季節風較大，附近的栽培品種受到潛葉蠅為害，葉片提早老化，而供試品系則未受其害。一般產量較秋作為低，尤其可售薯除No.386外減少甚多（表6，表5），特大薯減少，No.386與1287—19等在有些重複缺特大薯，故產量分析只有大薯而無特大薯。No.386因生產最多薯，其中以中薯產量最高，達24t/ha以上，故其總產量最高，為47.7t/ha，較克尼伯的23t/ha高出一倍以上，可售薯佔總產量的74%，為35.4t/ha，亦比克尼伯的15.9t/ha高一倍，其平均薯球較克尼伯略大，但差異不顯著，No.143總產量與可售產量均較克尼伯為高，且達極顯著差異，共可售薯中，特大薯6.3t/ha，大薯13.1t/ha，合計有19.4t/ha的產量是大於150g之大薯，為各品種（系）中最大，較克尼伯為高，達極顯著水準，其平均單薯重為各供試品系中，唯一與克尼伯達顯著差異的大薯品種；其餘二品系No.770與1287—19之薯球總產量均為30t/ha，可售產量則分別為22.4t/ha與17.9t/ha，與栽培品種未達顯著差異，但1287—19的比重仍是各品種中最高，為1.0773，合固形物含量20%，No.770次之，為1.0720，No.143較低，為1.0660，克尼伯最低，為1.0609，冬作薯球比重一般均較秋作為低；平均薯重除No.143與386外，各品系（種）在冬作均較秋作為低。

表6. 馬鈴薯優良品系在溪口之區域試作（78年11月30日—79年3月24日）

Table6. Regional trial of potato clones at Hsi-Kou, Chia-yi County (Nov.30.1989—Mar.24.1990)

品種（系） Clone	薯球產量（t/ha） tuber yield 大 薯 (>150g)	中 薯 (>75g)	可售薯 Marketable	總 重 Total	單株薯重（g） Perplant tuber wt	平均單薯重(g) Avg tuber size	可售單薯重(g) Avg marketable tuber size	比重 Sp. Gr.
143	19.40	15.38	35.02	42.13	907.00	118.75	158.25	1.07
386	11.27	24.20	35.47	47.72	1,023.25	103.00	132.00	1.07
770	8.75	13.70	22.45	30.70	658.50	96.75	135.00	1.07
1287—19	7.90	10.05	17.95	30.17	646.25	86.50	134.00	1.08
Kennebec	4.97	10.95	15.93	22.93	490.25	92.50	126.25	1.06
LSD 5%	7.50	4.77	8.08	8.47	177.65	20.11	14.21	.01
LSD 1%	10.51	6.68	11.33	11.87	249.07	28.20	19.92	.01
CV (%)	46.52	20.82	20.68	15.82	15.48	13.12	6.72	.37

a.試驗設計 RCBD ，4重複，小區面積0.75×10m，35株。

表7. 馬鈴薯品系之收穫指數及可售薯產量佔總薯球產量之比率

Table 7. Harvest index (HI) and profortion of marketable relative to total tuber yield:

clane	神岡 (103Dap) HI%	可售量%	斗南 HI%	可售量%	溪口（秋作） HI%	可售量%
143	71	82	88	73	70	90
386	68	78			72	87
770	79	84	90	63	74	89
1287—19					83	88
385095—15	71	88	79	74	76	84
385095—54			77	69	68	94
Kennebec	89	80			93	91
Cardinal	83	91	94	85		
Shepody					83	84

a.收穫指數爲薯球重佔全株重之比率。

討 論

秋作的三處試驗種植日期互相隔半個月，以溪口試驗最早，種植時溫度也較高，卡地那的種薯來源三處皆相同，唯神岡與斗南兩地的生長期中溫度已降低，且所用之種薯片係以一刀切一薯，且每把切刀以酒精及火燒消毒，兩地之卡地那植株在生育期中可見到毒素病癥，但對植株及產量的爲害不若溪口嚴重，溪口所用種薯以一刀切所有薯球，使帶病品種如卡地那、保利、由樂那普遍受病毒爲害，卡地那因葉片壞疽而至乾枯掉落，種後一個半月，多數植株只留下頂梢已枯萎而沒有葉片的莖；克尼伯在神岡與溪口均能正常生長，但它是較早生的品種，生育日數較短，產量較低，可售產量15—22.6 t/ha，總產量18.7—24.9t/ha，單株薯數較少，但多爲可售薯，小薯比率較小，不同試驗中以溪口秋

作產量最高，平均單株產量533g，單薯平均182g重；各地產量不同除因土壤、氣候的差異外，不同農戶的不同栽培管理，如施肥種類與用量，均可造成不同的產量及薯球大小的分佈比率。溪口地區因施用有機基肥，故產量較另二區爲高，斗南試區的可售薯產量偏低，而不同品種在不同地區及不同期作的適應性亦可能不同，克尼伯一般只作秋作，不作冬作，卡地那因地區喜好，一般只種在雲嘉一帶，中部甚少見。

供試品系中385095—15在三處總產量均達38.5—39.7t/ha，可售產量28.4—35.1t/ha，以斗南較低，溪口與神岡均達33t/ha以上，是產量最穩定、適應性較廣的品系，且其大薯產量比率高，除斗南一地外，大薯與特大薯產量合計23.5t/ha以上，薯球長橢圓形、白皮白肉薯皮光滑、外觀整齊，且爲斗南、神岡兩地產量最高的，在神岡地區是唯一較克尼伯產量高且達極顯著水準的品系，甚受當地試種農戶之喜愛；385095—15與385095—54兩品系同爲國際馬鈴薯中心利用輪迴選拔及族群育種所培育之對 PVY 呈免疫性的分離薯球族群[4,8,9]，在本所經一次病毒接種及三次田間篩選觀察所選留之品系，它們的共同特性即田間沒有毒素病癥，產量高而薯球整齊，385095—15薯形較長，薯球固形物含量較低，385095—54則薯形較圓且重（bulky）、比重較高，385095—54因種薯不夠，未種於神岡試區，它在斗南與溪口秋作總產量均達35.3—38t/ha，可售薯產量在斗南較低，只有26.2t/ha，與卡地那（23.7t/ha）沒有顯著差異。

No.770產量在神岡與溪口秋作均較對照品種略高，但未達顯著水準，在斗南試種，可售量甚低，總產量與卡地那相同，而平均薯球小，在溪口秋作雖然可售產量達41t/ha以上，與克尼伯產量達極顯著差異，但它是紅皮品種，中部一帶不接受，它的色澤較卡地那爲鮮明，比重同或略低於卡地那，而較克尼伯爲高。

1287—19爲亞洲蔬菜研究發展中心所育成的耐熱及抗青枯病的品系，並且它容易開花著果，一直是國際馬鈴薯中心及熱帶開發中國家廣泛用爲馬鈴薯育種或生產栽培用種子（TPS）的親本[10]，它在溪口的秋作試驗，無論是可售薯產量或總產量均較對照之克尼伯高，且達極顯著水準，溪口冬作產量略高於克尼伯，但差異不顯著，顯示它也能作爲栽培用品種生產馬鈴薯，且其薯球比重高，固形物一般含量在20%以上，溪口農戶認爲可以取代克尼伯，它的薯球圓形、薯肉白色，適合加工成洋芋片，（75年委託高統企業試製洋芋片，色澤乳白），但它不抗毒素病，在逆境條件下生產，薯球植物鹼含量會有較高的趨勢，（依據國際馬鈴薯中心 Dr. K. Brown 個人資料）。

No.386的葉片較小，初期生長較慢，中晚生、莖葉也維持較久，薯球略長形、兩端並不豐厚，薯球中等、比重高，耐久儲藏，種植前種薯應有一段充裕期間催芽，在神岡種植時由於種薯尙未發芽，且其本來出芽（sprouting）較慢，影響植株生長，而致產量最低，但仍與克尼伯相當，在溪口種植，無論秋作、冬作可售量均達35t/ha，冬作更增加生產許多75g以下之小薯（平均40～50g），總產量達47t/ha爲各供試品系（種）最高，較對照品種克尼伯高一倍以上，平均薯球大小與克尼伯相當而比重較高，但它不受毒素病爲害。

No.143在斗南與神岡兩地的表現均不突出，產量與對照品種卡地那相同，而顯著大於克尼伯，其可售薯產量爲23.6—24.5t/ha，總產量則略高於卡地那，爲29.7—32.5t/ha，平均薯球大小與克尼伯相同而較卡地那小，它是溪口農戶最喜歡的供試品系，秋作可售產量即47t/ha，冬作可售產量35t/ha，且大薯比率高，在農試所多年試驗不受毒素病爲害，產量高而薯球大，最具推廣潛力，在溪口冬作它與 No.386、No.770及1287—19完全不受潛葉蠅爲害，但四周之栽培品種普遍受潛葉蠅爲害，或許這四種供試品系對潛葉蠅具有抵抗性，將作進一步試驗觀察；但目前 No.143已被溪口和斗南農戶接受，並擬推廣栽培。

參考文獻

1. 陳培昌 1988 馬鈴薯無病毒種薯繁殖技術 園藝種苗產銷技術研討會專集 p.41—68
2. 曹幸之 1986 馬鈴薯之品種比較試驗 中華農業研究 35(3)：300—307
3. 曹幸之 1988 馬鈴薯之品種選育 蔬菜品種改良研討會專輯 p.109—119
4. 曹幸之 陳進分 李碩朋 1987 抗Y病毒馬鈴薯族群之篩選試驗 中華農業研究 36(4)：381—388
5. 蕭吉雄 張有明 曹幸之等 1987 馬鈴薯 p. 51—63 茄科種源圖說 農試所特刊第23號
6. Ho, W. J., P. C. Chen and J. Taso 1990. A model lowland seed potato production program: the case of Taiwan. Asian potato J 1(1)：54—55
7. Hoa, V. D. , E. T. Rasco and P. Vander Zaag 1989. Effect of PVY primary infection on potato clones with different levels of resistance. In : The Potato and Sweet Potato in Southeast Asia and the Pacific Region, 1989 p.43—51.
8. International Potato Center. 1985. Present and future strategies for potato breeding and improvement. 203pp.
9. International Potato Center. 1989. Annual Report CIP 1989. Lima, Peru. 178p.
10. Muyco, R., E. Chujoy and I. Ona 1989. Potato germplasm evaluation in warm climates of the Philippines in 1988—1989. In : The Potato and Sweet Potato in Southeast Asia and the Pacific Region, 1989 p. 31—42.
11. Reestman, A. J. , 1972. Incidence of infection in commercial crops and consequent losses. In : Viruses of the Potato and Seed Potato Production. J. A. de Bokx (ed.), 152—157.
12. Robertson, D. G. 1978. The effect of virus diseases on the yield of potatoes. In : Pathogens and Pests of the Potato in the Tropics. Proc. 2nd Reg. Symp on Potato Prod. Southeast Asia and the Pacific, CIP and PPP.
13. Singh, R. P. and T. H. Somerville 1987. Relationship of virus concentration with the field resistance to potato virus Y in potatoes. Am Potato J.64(1)：69—80.

Regional Trials of Promising Potato Clones[1]

S. J. Tsao[2], P. C. Chen[3], S. P. Lee[2] and H. C. Liu[2]

Summary

Results of 4 regional trials are reported to assess some promising potato clones for yield and other qualities. All tested clones have been selected at TARI. Seed tubers of Kennebec and Cardinal (as check varieties) were provided by Feng-Yuan and Tou-Nan Farmers' Association, respectively. Single row ridges were used at Hsi-Kou plantings while double row ridges were used at other two locations. The main check varidty used was Kennebec for Hsi-Kou trials , Cardinal for Tou-Nan and both Kennebec and Cardinal were used for Sheng-Kang.

The fall crop at Hsi-Kou gave the best yield and highest tuber specific gravity for all tested clones among 4 trials, while the fall crop of Tou-Nan gave the lowest proportion of marketable tubers out of total tuber yields.

At Hsi-Kou, all tested clones gave excellent virus resistance in both fall and winter crops. All clones outyielded Kennebec significantly. No. 143 and 770 had marketable yield of 47 and 41 t/ha, respectively, in fall crop and both No. 143 and 386 had marketable yield of 35 t/ha in winter crop. Kennebec gave total yield of 24.9% and marketable yield of 22.6 t/ha in fall. The corresponding yield values of Kennebec in winter were 23 and 16 t/ha. It also gave the lowest tuber specific gravity of 1.0731 in fall and 1.0609 in winter.

At Shen-Kang, the top yielder was 385095—15 with marketable yield of 35 t/ha while Kennebec and Cardinal gave marketable yield of ca. 15 and 24.8 t/ha, respectively. Both No. 143 and No. 770 yielded same as Cardinal but higher than Kennebec. The highest specific gravity was obtained by No. 386 while the lowest one was obtained by both Kennebec and 385095—15. At Tou-Nan, No. 143、385095—15 and 385095—54 all yielded higher but not at a significant marketable tuber yield level than Cardinal. However, both 385095—15 and 385095—54 had significantly heavier total tuber yield than Cardinal.

The potential of each clone to be released as variety were discussed.

Key words : Potato variety, regional trial

---

1. Contribution No. 1569 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by a grant from Council of Agriculture, Executive Yuan,ROC.
2. Respectively,senior horticulturist, former research assistants, Departmetn of Horticulure,TARI,Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.
3. Former Senior Horticulturist, Taiwan Seed Improvenent and Propagation Station.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 40(2) : 188~203 (1991)

Rapid Bioassay of Pesticide Residues (RBPR) on Fruits and Vegetables[1]

C.S.Chiu, C.H. Kao, and E.Y. Cheng[2]

Abstract : A RBPR (Rapid Bioassay for Pesticide Residues) method is developed by TARI in integrating the AChE test and B.t. test to screen the residues of acetylcholinesterase-inhibiting (neurotoxic) insecticides, EBDC's (ethylene bisdithiocarbamates, the ETU-producing chemicals) and other B.t. inhibiting fungicides on fruits and vegetables. The RBPR (1) can complete the examination of a batch of 50 vegetable samples within 3 hrs or even faster, (2) provides toxicological indication on plants sample with residue of organophosphates, carbamates, EBDC's and other detectable fungicides, and (3) is extremely economic and the material costs only ca. N.T.$ 4.0 (= U.S.$ 0.15) per test. The sensitivities of RBPR to 20 organophosphorus compounds, 2 carbamates and 12 fungicides were examined, and a RBPR working flow chart was provided. This method is fast enough to provide information for market inspector to detect fruit and vegetable shipment with toxic response and hold from trading for further chemical analysis. The RBPR has been adopted by farmer associations, municipal markets and public health institutions in Taiwan for various functions i.e., farmer's education, preharvest inspection, market management and pesticide residues monitoring to reduce the toxic vegetable to be marketed. The RBPR can fill up informative and operational gaps between the lengthy chemical analysis of residues and the fast moving vegetable trading.

Key words : Rapid bioassay, Insecticide, Fungicide, Ethylene bisdithiocarbamates, Acetylcholinesterase, *Bacillus thuringiensis,* Pesticide residues.

Introduction

Fruits and vegetables are essential parts of the human diet. They provide carbohydrates, proteins, lipids, vitamines and mineral elements. The production nowadays depends heavily on new technologies, and pesticide usage is almost unavoidable, especially in the subtropical and tropical regions where production confronts with many insect and disease problems. Although some safe new pesticides have been introduced lately, many pest problems still remain unsolved and rely heavily on two groups of

---

1. Contribution No. 1570 from Taiwan Agricultural Research Institute. The study was partially supported by research grant from National Science Council (NSC−71−0204−B055−01).

2. Research assistant, assistant entomologist and senior entomologist, respectively, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung 41301, Taiwan, Republic of China.

neurotoxic insecticides i.e., organophosphates and carbamates, as well as EBDC's, the carcinogenic ETU (ethylenethiourea) producing fungicides. Therefore, constantly monitoring the dangerous pesticide residues before marketing fruits and vegetables is absolutely needed to protect the health of general public.

The neurotoxic organophosphorus and carbamate insecticides act on the acetylcholinesterase (AChE) in animal neurosystem, block the neurotransmission and finally cause death. In the well known Ellman's test, the development of yellow color slowed down or stopped when the AChE was inhibited, and can be used to assay the presence of AChE-inhibiting insecticides (Voss, 1966 ; Voss et al., 1971).

Although the acute toxicity of EBDC's to mammals is low, the chronic effect of the carcinogenic and teratogenic ETU, a metabolite of EBDC's, is cautious (Newsome, 1976; Bontoyan and Looker,1973; Fishbein, 1977; Wagner, 1983). Other fungicides such as captan and folpet are also hazardous to human health, and their residues on vegetables should be monitored. Detection of EBDC's is usually achieved by analyzing the carbon disulfide (CS_2) that degraded from EBDC's (Razman and Thompson, 1972), or detecting another degraded product, EDA (ethylenediamine) (Newsome, 1974). Gustafsson and Thompson (1981) had chosen alkaline EDTA solution for EBDC's extraction in HPLC analysis. All those analyses are lengthy and expensive, and their usage in a rapid analysis is limited. Kao (1989) reported the entomopathogenic bacteria, *Bacillus thuringiensis,* is highly sensitive to EBDC's as well as other plant protectants such as captan and folpet, which made the development of a rapid bioassay to detect fungicide residues possible.

The goal of this research is aimed at integrating fungicide assay with AChE assay to detect the above mentioned hazardous pesticides and to keep the residues contaminated fruits and vegetables from marketing.

Materials and Methods

Chemicals, biochemicals and pesticides used

Acetylthiocholine iodine (ATCI), 5,5′-dithio-bis (2-nitrobenzoic acid) (DTNB), dimethyl sulfoxide (DMSO), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) and Triton X-100 were purchased from Sigma Chem. Company. Methanol, butanol, ethanol, acetone, sodium phosphate buffer and hydrochloric acid (fuming 37%) were supplied from E. Merck. Antibiotic medium #1 was from Difco Laboratories.

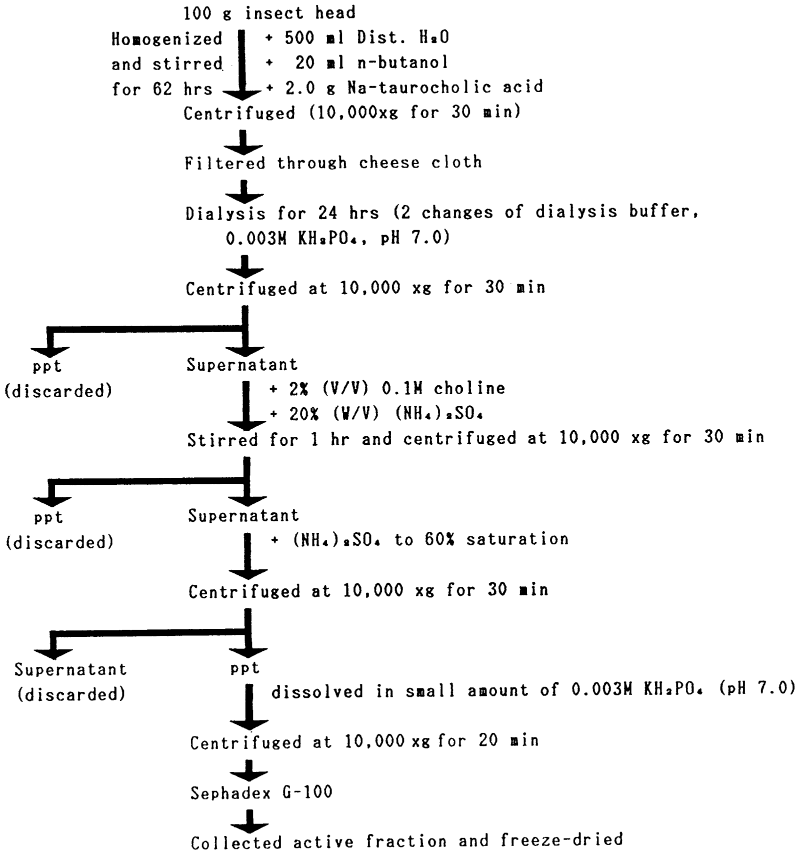
Butyrylcholinesterase of horse serum and acetylcholinesterase of electric eel were purchased from Sigma Chem. Company.

All pesticides used in experiment were commercial products, and the dilutions were made in distilled water.

Preparation of AChEs

Preparations of housefly head and honeybee head AChEs were followed the procedure outlined by Guilbault et al.(1970) up to the step of Sephadex G-100. Collected active fractions were freeze dried. Complete working scheme is presented in Chart I.

Chart I. Insect brain AChE preparation



Preparation of B.t. suspension

By transferring slant culture B.t. into a 50ml flask containing 20 ml broth medium (Salama et al., 1981) and shaking with 140 rpm at room temperature overnight, the obtained broth culture can be preserved in 5°C for a period of 5 days. Before assaying, B.t. in preserved broth culture was activated by transferring 0.8 ml suspension into a 50 ml flask with 20 ml of new broth and incubated at 37 °C with 140 rpm shaking. The new broth culture between 1.5 to 5 hrs after the start of culturing time is suitable for assaying. For the assay, the above B.t. culture in log phase is diluted with fresh broth to 18–20% T-value at 540 nm (with a Shimadzu UV-120-01 spectrophotometer) and then further diluted 10 times as the assaying solution. At this time, the concentration of B.t. is about 0.8—1.2 x 10^7 cells/ml.

Instruments and apparatus needed

Test tube mixer, visible spectrophotometer with recorder, vegetable sampler, rubber cushion, stopwatch and shake bath (with 50—60 sets of 50ml flask holders) are needed for the tests.

Working methods

1. Sampling procedures

Duplicate plant samples were prepared for insecticide and fungicide tests, respectively.

Each sample constituted of 4 leaf discs of 4.5—6 cm^2 each from separate leaves and the total leaf area used for one assay is approximately 18—24 cm^2. After chopping the leaf discs into fine pieces, the sample was transferred into a glass vial (1 cm in dia. x 7 cm in length) for extraction.

A. Insecticide assay : The plant sample was extracted with 1 ml methanol, vibrated on a test tube mixer for 30 sec and then soaked for another 2.5 min. The vials should be covered with parafilm when a longer soaking period is expected. The methanol extract was then drained into a clean vial and covered with parafilm before AChE assay.

B. Fungicide assay : All samples were extracted with 2 ml of EDTA/DMSO solution. After being vibrated on the test tube mixer for 1 min and soaked another 5 min, the extract (approximate 1.3—1.5 ml) was directly drained into a 50ml Erlenmeyer flask.

2. Insecticides residues assay :

A. Preparation of assay materials :

(1) 0.1M phosphate buffer (PBS), pH 7.0.
(2) 0.1M phosphate buffer (PBS), pH 8.0.
(3) Acetylthiocholine iodine (ATCI), 21.6 mg/ml dist. water.
(4) 5,5'dithio-bis (2-nitrobenzoic acid) (DTNB), 19.8 mg/5 ml PBS (pH 7.0)
(5) Methanol.
(6) AChE solution with enzymatic activity adjusted to suitable range for assay.

B. Assay procedures :

In a 1 cm glass cuvette, 3 ml PBS (pH 8.0), 20 μl sample extract or tested insecticide in methanol, and 20μl AChE were added. After mixing for 3 min, 100μl DTNB and 20 μl ATCI were added to start the reaction. The increasing absorbance at 412 nm was recorded and compared to the insecticide-free blank for inhibition. In a fixed reaction period, the absorbance of sample was compared to the normal AChE reaction, and the % inhibition was calculated as follow :

$$\%\ \text{inhibition} = \frac{\text{Abs. change (normal)} - \text{Abs. change (sample)}}{\text{Abs. change (normal)}} \times 100\%$$

3. Fungicide residues assay:

A. Preparation of assay materials :

(1) Extracting solution : Aqueous solution of 1000 ppm EDTA containing 2% DMSO.
(2) Metabolic indicator : 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) in 2% (W/V) solution.
(3) Cultural medium for B.t. : The medium was prepared according to Salama et al. (1981).
(4) Stop solution : 0.5 N HCl containing 5% Triton.
(5) Slant medium : 30.5 g Difco antibiotic medium #1 in 1000 ml distilled water.

B. Assay procedures :

1. Adding 1 ml of the above prepared B.t. suspension into the flask which containing sample extract and incubated in constant temperature water bath with shaking (37°C and 140 rpm) for 90 min.
2. At the end of 90 min, 100 μl of 2% TTC solution was added into the incubation flask and continually incubated and shook for another 30 min in the dark.
3. At the end of incubation, 1 ml of 0.5N HCl in 5% Triton was added into flasks and

mixed well to stop reaction and dissolve the precipitation for red color inspection.

4. The result should be examined by naked eyes first and compared to the blank for color difference. Spectrophotometer examination is not needed for serious case since the color difference is distinct enough.
5. Only the sample with color wondering between red and yellow needs to be centrifuged and compared in a visible spectrophotometer at 484 nm for absorption difference.

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\text{Abs. (fungicide free blank)} - \text{Abs. (sample)}}{\text{Abs.(fungicide free blank)}} \times 100\%$$

Results and Discussions

ChEs of horse serum, electric eel and housefly showed variable sensitivities to insecticides, and housefly head AChE is the most sensitive one (Table 1). The sensitivities of AChEs from housefly and honeybee to three insecticides, chlorpyrifos, carbaryl and carbofuran, were further compared (Table 2), and the results indicated that the AChE from housefly head is more sensitive to both organophosphorus and carbamate insecticides. The susceptible housefly strain used for manufacturing AChE has been reared in TARI for more than 25 years and free from insecticides resistance that occurred in wild strains.

Table 1. Comparison of carbofuran-sensitivities in acetylcholinesterases of housefly head and electric eel, and butyrylcholinesterase of horse serum

Leaf area extracted in 3 ml methanol[a]	% enzyme activity inhibited[b]		
	Housefly head	Electric eel	Horse serum[c]
1 cm^2	12.3	7.0	0
2 cm^2	39.0	18.1	0
3 cm^2	56.2	30.6	0
6 cm^2	71.1	45.8	0
9 cm^2	78.6	52.8	0
12 cm^2	85.0	63.9	0

[a] Carbofuran concentration used for spray was 200 ppm.
[b] 50 μl methanol extract was used for enzyme assay.
[c] Butyrylcholinesterase.

Table 2. Comparison of insecficide-sensitivities of acetylcholinesterases from housefly and honeybee heads

Leaf area extracted in 3 ml methanol	% inhibition[b]					
	Chlorpyrifos		Carbaryl		Carbofuran	
	H. F.	H. B.	H. F.	H. B.	H. F.	H. B.
1 cm^2	8.2	6.1	1.3	4.0	41.7	29.7
3 cm^2	16.3	9.6	16.5	33.9	66.7	55.9
6 cm^2	41.9	12.2	32.9	57.3	83.3	79.7
9 cm^2	53.5	16.5	45.6	70.2	84.5	79.7
12 cm^2	65.1	20.9	58.2	80.7	88.1	89.8

[a] Insecticide concentration used for spray were 2,000, 400, and 200 ppm for chlorpyrifos, carbaryl and carbofuran, respectively.
[b] 50 μl methanol extract was used for enzyme assay.

Organic solvents are efficient in extracting the insecticide residues, and directly incorpo-

rate the extract is the simplest way to conduct quick assay, hence the selection of a suitable organic solvent with minimum interference in AChE activity (Lewis, 1967) is important. Acetone, butanol, ethanol and methanol caused various degree of inhibition or activation in the activity of housefly AChE, and methanol had exerted the least effect compared to three other solvents (Fig. 1). Although methanol was chosen as the extracting solvent, the amount incorporated into 3 ml enzyme reaction mixture should not exceed 50 μl. When methanol content exceeded 2% in the mixture, the yellow color will slowly develop (Fig. 2).

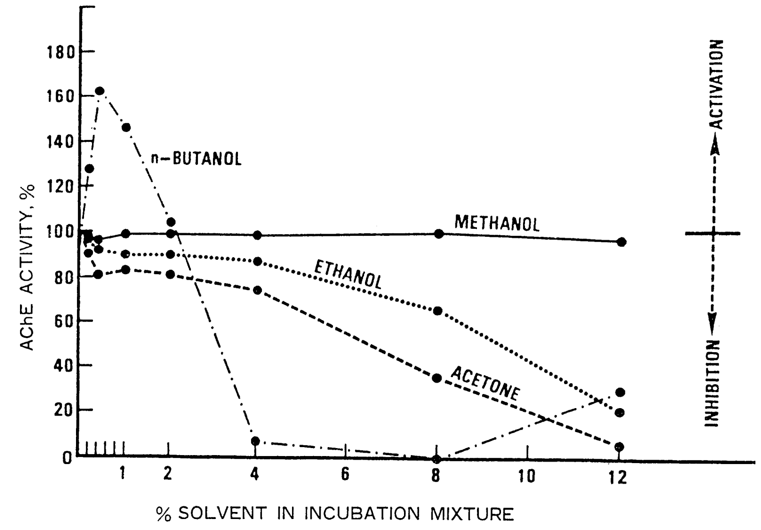


Fig. 1. The inhibition/activation of 4 organic solvents on AChE from housefly head.

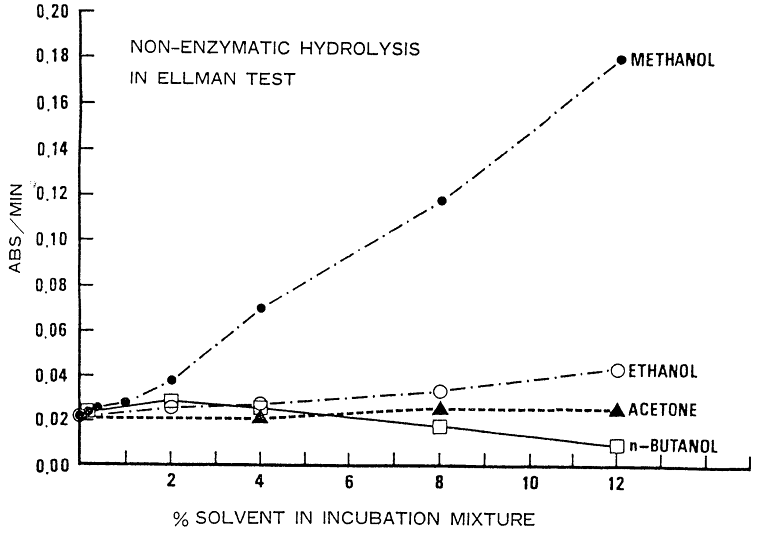


Fig. 2. The color development in the AChE-free Ellman reaction mixture by 4 different organic solvents.

Methanol is desirable for extracting both organophosphorus and carbamate insecticides, and 2 ml of methanol had been used to extract chlorpyrifos from various sizes of leaf discs ranged from 1 to 12 cm^2, and the result showed linear relationship between the amount of chlorpyrifos and the size of leaf used (Table 3). When methanol is less than 2% in the reaction mixture, protection of AChE by methanol from organophosphorus insecticide is less than 2.4% (Table 4). (Precaution: the sample vials must be covered by parafilm to reduce the vaporization of methanol at room temperature, which would result in uncertainty in concentration of extracted residue and also cause health hazard to workers.)

Table 3. The recovery of chlorpyrifos from different size of leaf in 3 ml methanol

Size of leaf	chlorpyrifos[a]/methanol		% AChE[b] inhibition
	μg/ml(ppm)	μg/50μl	
1 cm^2	1.26	0.06	18.2
3 cm^2	3.74	0.19	30.0
6 cm^2	6.70	0.34	53.9
9 cm^2	12.95	0.65	77.2

[a] Determined by gas chromatography.

[b] 50 μl methanol extract was used for enzyme assay.

Table 4. The degree of protection of AChE by methanol from the inhibition of dichlorvos(DDVP)

Methanol conc. in 3ml assay solution	% AChE activity inhibited by 50μl x 0.1126 ppm DDVP	% inhibition reduced
0 %	71.4	—
2.1 %	69.0	2.4
4.1 %	66.7	4.7
7.9 %	62.9	8.5

By allowing a 25% permissible error in the AChE assay, samples with greater inhibition can be considered to have positive response, a undeniable evidence of the presence of neurotoxic pesticide residues on sampled vegetables. The sensitivities for different target insecticides based on the 25% inhibition level were listed in Table 5. The sensitivities of organophosphorus compounds such as dichlorvos, mevinphos, naled, phenthoate, profenofos, chlorpyrifos, pirimiphos-methyl, mephosfolan, methidathion, were about

0.004-5.67 ppm. For dialifor, acephate, quinalphos, fenitrothion, salithion, methamidophos, the sensitivities were 11.2 to 65.6 ppm, while sensitivities to carbofuran and methomyl were 0.059 and 3.4 ppm, respectively.

Table 5. The sensitivity of TARI's housefly head AChE to neurotoxic insecticides*

Insecticides	Detection limit ** ppm	Insecticides	Detection limit ** ppm
Dichlorvos	0.004	Mephosfolan	4.740
Carbofuran	0.059	Methidathion	5.666
Mevinphos	0.138	Dialifor	11.190
Naled	0.218	Acephate	14.770
Phenthoate	0.605	Quinalphos	27.230
Profenofos	1.387	Fenitrothion	27.380
Chlorpyrifos	1.683	Salithion	48.070
Pirimiphos-methyl	1.780	Methamidophos	65.620
Parathion	2.420	Pyridaphenthion	239.200
Methomyl	3.400	Dimethoate	299.370
Hostathion	4.290	Prothiofos	319.600

*Detectable sensitivities on different vegetables depends on the recovery of extraction.
**The detection limit set at 25%

By adapting the TTC test as the indication of B.t. growth condition, 12 fungicides were directly incorporated into B.t. suspension to screen their inhibition abilities, and the results were presented in Table 6. Due to the variation in propagation of B.t., 50 % permissible error was set in the O.D. reading of TTC reaction as detection limit, and the sample with greater inhibition can be considered as positive response which provided evidence for the presence of EBDC's and/or other detectable fungicides. Results in Table 6 showed 10 tested fungicides can be detected from 0.008 ppm to 2.5 ppm, and the sensitivities range fell into the legal tolerance range. In field practice, the sensitivities of EBDC's such as propineb, curzate -mancozeb, metalaxyl-mancozeb, mitram, mancozeb and maneb were above 0.7 ppm, and more than 12.5 ppm for zineb and Sankel. For other fungicides such as chlorothalonil and dinocap, the sensitivity exceeded 2.5 ppm.

Table 6. The sensitivity of *Bacillus thuringiensis* to commonly used fungicides[a]

Fungicides	TTC detection limit[b] (ppm)
Propineb	0.08
Curzate-M	0.16
Ridomil-Mz	0.31
Mitram	0.31
Maneb	0.31
Mancozeb	0.63
Zineb	1.56
Sankel	12.50
Chlorothalonil	1.25
Dinocap	2.50
Captan	2.50
Folpet	6.25

[a] Detectable sensitivity on different vegetables depends on the recovery of extraction.
[b] The detection limit set at 50%.

In the 2nd experiment, the same 12 fungicides were prepared into their recommended dosages and then diluted in a series of 5 to 80-folds in water. Cabbage leaves were dipped into those solutions and dried. Fungicide were extracted from vegetable leaves and tested for their inhibiting abilities on the growth of B.t. The correspondent sensitivities were indicated in Table 7. The third experiment was the field test, and cabbages were sprayed with fungicides at their recommended dosages and assayed from 0 to 9 days after treatment. The results of detectable periods were presented in Table 8.

Table 7. Detecting the residues of cabbage leaf discs dipped with various concentrations of fungicides[a]

Fungicides	Recomm. dosages (ppm)	Dilutions (TTC test in O.D. value)[b]					Check
		5 x	10x	20x	40x	80x	
Maneb	2,000	0.01	0.02	0.01	0.06	0.15[c]	0.41
Mancozeb	1,600	0.03	0.02	0.05	0.24	0.27	0.74
Curzate-M	960	—	0.04	0.06	0.07	0.21	0.74
Mitram	1,600	0.00	0.02	0.04	0.23	0.40	0.74
Chlorothalonil	1,500	—	0.05	0.07	0.08	0.77	0.74
Propineb	1,400	0.00	0.00	0.00	0.13	0.59	0.60
Ridomil—Mz	1,450	0.01	0.02	0.05	0.07	0.28	0.41
Captan	1,250	0.05	0.22	0.82	0.92	0.77	0.74
Sankel	1,625	0.07	0.51	0.60	0.72	0.32	0.60
Folpet	1,250	0.22	0.74	0.92	0.96	0.85	0.74
Zineb	1,750	0.34	0.59	0.77	0.85	—	0.60
Dinocap	195	0.19	0.26	0.28	0.29	0.36	0.32

[a] Leaf discs of 4.5 x 4 cm^2 were used.
[b] The detection limit set at 50%.
[c] Detectable range was underlined.

Table 8. The detectable periods of 12 fungicides at various days after field treatment[a]

Fungicides	Days after treatment (TTC test in O.D. value)[b]					
	0 D	1 D	3 D	5 D	7 D	9 D
Mancozeb	0.01	0.04	0.07	0.19	0.25[c]	0.62
Mitram	0.00	0.03	0.17	0.65	0.77	0.54
Curzate-M	0.00	0.06	0.02	0.06	0.05	0.77
Chlorothalonil	0.00	0.04	0.03	0.04	0.52	0.64
Propineb	0.00	0.03	0.01	0.10	0.31	0.74
Captan	0.00	0.02	0.04	0.15	0.46	0.60
Check	0.57	0.95	0.55	0.74	0.85	0.82
Maneb	0.04	0.03	0.01	0.08	0.51	—
Ridomil-Mz	0.02	0.05	0.00	0.06	0.74	—
Folpet	0.03	0.01	0.02	0.24	0.51	—
Zineb	0.08	0.05	0.20	0.52	0.89	—
Sankel	0.02	0.06	0.12	0.35	0.51	—
Dinocap	0.13	0.19	0.52	0.74	0.85	—
Check	0.40	0.32	0.66	0.74	0.89	—

[a] Leaf discs of 4.5 x 4 cm^2 were used.
[b] The detection limit set at 50%.
[c] Detectable period was underlined.

Due to the low soluability, EBDC's were difficult to extract from vegetables. By using EDTA extraction solution modified from Gustafsson and Thompson (1981), the detectable sensitivities for 12 fungicides on cabbage were listed in Table 9.

Table 9. The detectable concentrations of commonly used fungicides by *Bacillus thuringiensis* in cabbage leaf discs dipping method[a]

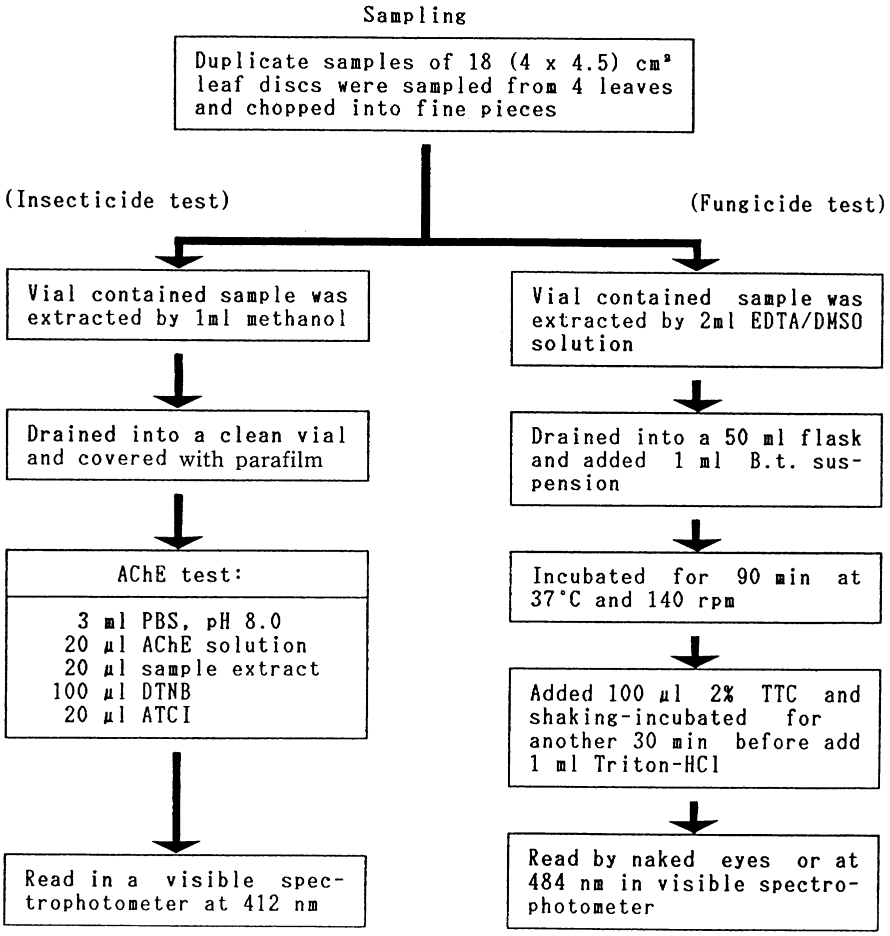
Fungicides	Detectable concentrations[b] (ppm)
Propineb	6.30
Curzate-M	2.16
Ridomil-Mz	6.53
Mitram	7.20
Maneb	4.50
Mancozeb	3.60
Zineb	63.00
Sankel	59.50
Chlorothalonil	6.75
Dinocap	7.02
Captan	22.50
Folpet	45.00

[a] Leaf discs of 4.5 x 4 cm^2 were used, and the average fungicide solution adhered was 180 ± 36 μl.
[b] The concentrations were calculated from Table 7.

Practically, the results of both AChE and B.t. assays are in toxicological sense rather than to identify individual pesticide or to determine its concentration. The results of RBPR assay serve as a positive indication for the presence of target pesticides on sampled vegetables. Other than its simple, fast and economic aspects, the RBPR test can detect the summed toxicity of several pesticides with same toxicological action in one vegetable sample , and no separate tests are needed. If necessary, samples with positive residue response can be further analyzed by chemical method.

Both insecticide and fungicide assays have been integrated into the RBPR working scheme (Chart II), and for a batch of 50 vegetable samples, tests can be completed within 3 hrs. When a vegetable shipment shows sign of pesticide contamination, it is still in time to take proper action to stop the trading. When legal action is necessary, the suspected shipment can be examined by Public Health Bureau before further trading is permitted. Currently, the RBPR has been officially adopted in farmer's associations, wholesale markets and Public Health Bureaus in Taiwan.

Chart II. RBPR working flow chart



Special notation and appendix for RBPR

Notation :

The above mentioned rapid assay method for fungicide residues should not be used on plant materials with natural inhibition ability in B.t. growth, for example, lemon, garlic, ginger and tea.

Appendix :

Modifications in fungicide assay have to be made for plant materials with excess organic acids or anthocyanins. The low pH itself will inhibit the growth of B.t., and anthocyanins develop a red color in acidic condition which interferes the TTC reaction. Strawberry is a good example to illustrate both modifications needed. There are two major changes in the above mentioned RBRP-fungicide assay for strawberry. First, the addition of 0.1M Na_2HPO_4 buffer to neutralize the excess organic acids from strawberry extract. Second, methanol is used instead of HCl in terminating the color reaction.

Modified assay procedures are :

1. 18 cm^2 outer skin of strawberry was sampled from 4 strawberries.
2. The outer skin was extracted by 2 ml EDTA/DMSO solution as described in previous method.
3. Pipetted 0.75 ml EDTA-strawberry extract into a 50ml Erlenmeyer flask, and added 0.75 ml 0.1 M Na_2HPO_4 solution and mixed well.
4. Added 1 ml B.t. suspension and made sure the pH of mixture was between 7.2—7.4 in a preliminary run, and then incubated for 90 min at 37°C and 140 rpm.
5. Added 100 μl 2% (W/V) of TTC solution and then shaked the mixture continually for another 30 min.
6. Added 0.3 ml 10% Triton and let the color develop for 5 min.
7. Added 2 ml methanol to stop the color reaction.
8. After centrifuged at 1000xg, the O.D. value of the supernatant is measured at 484 nm and compared to the fungicide free check.
9. Sensitivities of above assay for detecting propineb and mancozeb in strawberry were 0.8—4.9 ppm and 2.8—5.6 ppm, respectively.

References

Bontoyan, W.R. and J.B. Looker. 1973. Degradation of commercial ethylene bisdithiocarbamate formulations to ethylenthiourea under elevated temperature and humidity. J. Agric. Food Chem. 21 :338—342.

Fishbein, L. 1977. Toxicological aspects of fungicides. In "Antifungal Compounds", Vol. 2., pp. 537—598, M. R. Siegel and H.D. Sisler [eds.] . Marcel Dekker Inc., New York and Basel.

Guilbault, G.G., S.S. Kuan and M.H. Sadar. 1970. Purification and properties of cholinesterases from honeybees-*Apis mellifera* Linnaeus—and boll weevils—*Anthonomus grandis* Boheman. J. Agric. Food Chem. 18 : 692—697.

Gustafsson, K.H. and R.A. Thompson. 1981. High-pressure liquid chromatographic determination of fun-

gicidal dithiocarbamates. J. Agric. Food Chem. 29 : 7729–7732.

Kao, C.H. 1989. Effect of bactericides and fungicides on replication of *Bacillus thuringiensis* and its insecticidal activity against *Plutella xylostella.* Master Thesis, National Chung-Hsing Univ., Taichung, Taiwan, ROC. 53pp (in Chinese).

Lewis, D.K. 1967. Activation of honeybee head cholinesterase by water-miscible organic solvents. Nature 213 : 205–206.

Newsome, W.H. 1974. A method for determining ethylene bis (dithiocarbamates) residues on food crops as bis (trifluoroacetamido) ethane. J. Agric. Food Chem. 22 : 886–889.

Newsome, W.H. 1976. Residues of four ethylene bis (dithiocarbamates) and their decomposition products on field-sprayed tomatoes. J. Agric. Food Chem. 24 : 999–1001.

Raizman, P. and Q.E. Thompson. 1972. In "The Analytical Chemistry of Sulfur and Its Compounds", Part II, J.H. Karchmer [ed.] Interscience, Toronto. pp. 491.

Salama, H.S., M.S. Foda, A. El-Sharaby, M. Matter and M. Khalafallah. 1981. Development of some lepidopterous cotton pests as affected by exposure to sublethal levels of endotoxins of *Bacillus thuringiensis* for different periods. J. Invertebr. Pathol. 38: 220–229.

Voss, G. 1966. Automated determination of activity and inhibition of cholinesterase with acetylthiocholine and dithiobisnitrobenzoic acid. J. Econ. Entomol. 59: 1288–1290.

Voss, G., I. Baunok and H. Geissbuhler. 1971. Phosphamidon residue methods. Residue Rev. 37: 101–132.

Wagner, S.L. 1983. In "Clinical Toxicology of Agricultural Chemicals", Part II: Individual chemicals, 5. Carbamates and ethylenebisdithiocarbamates. pp. 247–266. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey.

蔬果農藥殘毒快速檢驗技術之研究[1]

邱紀松　高靜華　鄭　允[2]

摘　要

臺灣省農業試驗所自民國48年推行蔬菜農藥殘毒生物檢驗以來，因農藥種類激增，蔬菜產銷流程加速且範圍擴大，故再次改進殘毒檢驗技術，期能增加檢驗農藥之種類，減少檢驗過程所需時間以及消除誤判之可能性。本項研究已完成對乙醯膽鹼酯酶（Acetylcholinesterase）造成抑制之有機磷劑、氨基甲酸鹽類及混合劑之適用農藥種類及敏感度之測試，內含18種蔬菜上常用及4種非蔬菜使用殺蟲劑。殺菌劑之檢驗主要係針對危險性最高之有機硫磺類優先進行，並以對殺菌劑極敏感之 *Bacillus* 屬細菌爲檢定菌，最後選定對哺乳類動物安全性極高之 *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 爲檢定用標準菌，以維護檢驗人員及環境之安全。12種受測之蔬菜用殺菌劑檢測之敏感度略高於法定容許範圍，故經檢出之樣品無誤判之虞。

此二項檢驗技術經整合其流程後，可在3小時之內一併完成50件蔬菜樣品之整體檢測，合乎一般市場檢驗室抽驗之要求，如用於早期快速預檢，可以過濾出含毒較高之樣品，以便通知農民延期採收，將已採收之蔬菜再清洗或送請衛生單位依法定檢驗過程查明殘毒之種類及其含量，以爲取締之依據。

上述殺菌劑之檢驗不適用於樣品含有抑制蘇力菌生長之物質，但部份樣品之抑菌物質或性狀可經由修改檢驗技術而克服。例如草莓所含之果酸會抑制蘇力菌之生長，可經由調整緩衝液之強度，修正 pH 值，使適合檢定菌之生長；而草莓所含花青素，由於在酸性情況下會自動呈現紅色，干擾檢驗結果，因此須將呈色用之酸性溶液改爲甲醇，即可進行正常之檢驗。

關鍵詞：快速檢驗、殺虫劑、殺菌劑、有機硫磺劑、蘇力菌、乙醯膽鹼酯酶、殘毒。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1570 號。本計畫承國科會補助部份經費（NSC—71—0204—B055—01），李月嫦、李琇媛協助工作，謹此一併致謝。

2. 本所應用動物系助理、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

RBPR working flow chart

(Illustration on next page)

Sampling

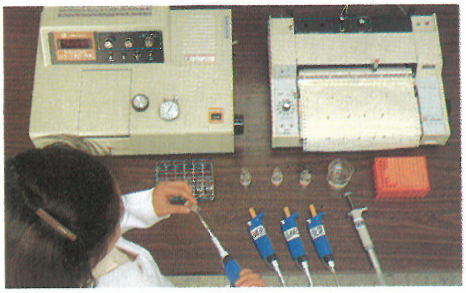
Insecticide Test

Fungicide Test

Insecticide Test

Extraction

Enzyme assay

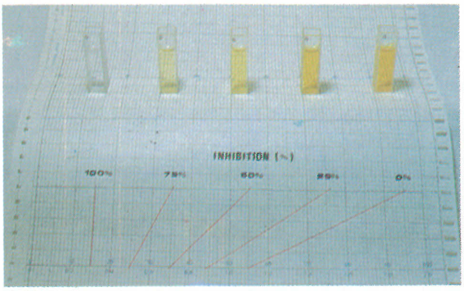


Fungicide Test

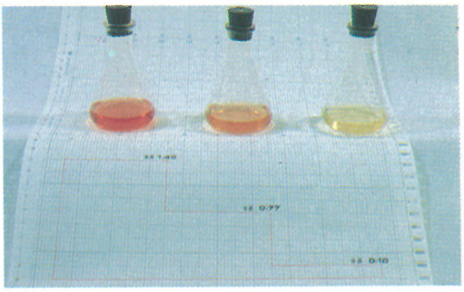
Extraction

Incubation

Result／Conclusion



inhibition blank



blank inhibition

RBPR working flow chart

Sampling

18 (4.5×4) cm^2 leaf discs were sampled from 4 leaves and chopped into fine pieces (in duplicate samples).

Insecticide Test	Fungicide Test
Extraction	**Extraction**
Added 1 ml methanol, mixed and shook well for 3 min.	Extracted with 2 ml extracting solution for 6 min, drained into a 50ml flask before adding 1 ml B.t. suspension.
Enzyme assay	**Incubation**
In cuvette, added 3 ml buffer, 20 μl AChE and 20 μl sample extract; mixed for 3 min; added 100 μl DTNB and 20 μl ATCI to react.	After incubated 90 min at 37°C, added 100 μl 2% TTC and shook for another 30 min before drop in 1 ml Triton-HCl solution for color development.

Result/Conclusion

Recorded the change of absorbance at 412 nm and compared to the control for inhibition.	Result can be inspected first by eyes, or centrifuged and read at 484 nm. Compared the absorbance of sample to blank, and calculated inhibition value.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）40(2)：204～208（1991）

臺灣南部絲瓜害蟲及其他有害動物種類及季節消長[1]

溫宏治　呂鳳鳴　郝秀花[2]

摘要：絲瓜爲臺灣重要果菜之一，害蟲及有害動物種類繁多，調查至目前（1990年6月）共發現45種，包括害蟲（8目），蟎類及軟體動物，其中主要害蟲瓜實蠅及動物扁蝸牛分別已於1987及1990年發表，本報告續記述目前在田間常發生之其他五種害蟲及害蟎一種，爲害期分別爲棉蚜1～2月；蕃茄斑潛蠅8～10月；黑守瓜8～9月；瓜螟9～11月；神澤葉蟎4～5月及10～12月；南黃薊馬5月及10～12月。其他種類如臺灣黃毒蛾、瓜擬尺蠖……等族群密度較低，爲害較不嚴重。

關鍵詞：絲瓜、害蟲、有害動物、害蟎，危害期。

絲瓜（*Luffa spp*）原產熱帶亞洲，印度有野生種，栽培起源在2000年以上，據本草綱目中記載，自唐代我國始有絲瓜之名[2]絲瓜於本省之利用除供生食外，其汁液尙可美容養顏，目前臺灣地區栽培面積約5000公頃，主要產區在中南部，南部地區則以高、屏兩縣種植最多。有關其害蟲種類，以往文獻記錄僅13種[9]，事隔多年及農業生態系之轉變，爲害絲瓜之害蟲也隨之而異，害蟲種類及其他有害動物之調查爲防治上重要基礎工作。本文謹就筆者近三年來在南部地區南部地區調查所得種類整理，以供未來防治之參考。

材料與方法

本項調查工作自民國76年7月至79年6月，以臺灣南部地區絲瓜園爲主，包括高雄縣鳳山、大社、燕巢、大寮、林園及屏東縣九如，里港、長治、萬丹、新園等處絲瓜園、絲瓜種類以圓筒形品種爲主，含匍地、平棚、爬攀等各種栽培方式，採集之害蟲記錄及鑑定種類。發生消長調查工作於民國78年1～12月於屏東縣九如鄉選定一絲瓜園，年內連續種植3次，每半個月調查一次，調查時採十字逢機取樣調查25株。調查方法分別如下：

1. 棉蚜及蕃茄斑潛蠅：每株調查5個心梢，計算心梢以下10枚葉片有無受害，再換算爲爲害葉率。
2. 黑守瓜及瓜螟：每株調查中老葉20枚，計算葉片上蟲數。
3. 神澤葉蟎及南黃薊馬：每株採回老葉20枚，每葉用放大鏡（2×2cm^2），檢視5點，共20cm^2，計算其上之成、幼若蟎及蟲數。

結果與討論

南部絲瓜害蟲種類經民國76年至79年三年調查結果如表一所示，共發現45種害蟲及有害動物，其中以同翅目之棉蚜、纓翅目之南黃薊馬、鞘翅目之黑守瓜、鱗翅目之瓜螟、雙翅目之瓜實蠅及蕃茄斑潛蠅、蟎類之神澤葉蟎與扁蝸牛爲害最爲嚴重。其中瓜實蠅及扁蝸牛於南部田間生態，筆者已分別於

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1571 號。本研究試驗期間承本分所李研究員錫山諸多指教，林主任正忠鼓勵，李明哲先生及洪淑慧、柯貞華小姐協助調查，文成後，承農試所王清玲博士斧正，謹誌謝忱。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員、助理。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

民國蔡口6及79年發表[6,7]，不再敍述。依蔡 民國54年絲瓜害蟲種類有記錄者僅13種，似嫌太少，蓋當時調查欠缺，難免遺漏，加上20年來農業生態結構之改變，害蟲種類因而增加，害蟲之地位變化亦大，新增害蟲有蕃茄斑潛蠅、螺旋粉蝨、南黃薊馬，有由主要害蟲退居不重要害蟲如瓜螟、瓜斑天牛，亦有因施殺蟲劑後崛起的如神澤葉蟎，是故絲瓜害蟲昔今變遷頗大。茲將主要害蟲分述如下：

表1 臺灣南部絲瓜害蟲及其他有害動物種類

Table 1. A list of insect pests and other animal pests of sponge gourd in southern Taiwan.

Chinese name	Scientific name	Injury sites
@棉蚜	*Aphis gossypii* Glover	b. l. f.
大長尾粉介殼蟲	*Ferrisiana vigata* (Cockerell)	l.
柑桔粉介殼蟲	*Planococcus citri* (Risso)	l.
柑桔球介殼蟲	*Saissetia hemisphaerica* Targioni	l.
小綠葉蟬	*Chlorita flavescens* Fab.	b. l.
二點小綠葉蟬	*Chlorita biguttula* Ishida	l.
@南黃薊馬	*Thrips palmi* Karny	b. l. f. fr. s
淡色薊馬	*Thrips flavus* Schrank	fr. l.
臺灣花薊馬	*Frankliniella intonsa* (Trybom)	fr.
豆薊馬	*Megalurothrips usitatus* (Bagnall)	fr.
橡果薊馬	*Megalurothrips typicus* Bagnall	fr.
花薊馬	*Thrips hawaiiensis* (Morgan)	fr.
中國薊馬	*Haplothrips chinensis* Priesner	fr.
扁脚緣椿象	*Leptoglossus membranaceus* Fab.	fr.
綠椿象	*Nezara viridula* (Linnaeus)	l. fr.
南瓜椿象	*Aspongopus chinensis* Palles	l. fr.
德國蜚蠊	*Blattella germanica* (L.)	f
粉蝨	*Bemisia tabaci* (Gennadius)	l.
螺旋粉蝨	*Aleurodicus dispersus* Russell	l. fr.
臺灣大蟋蟀	*Brachytrapes portentosus* Shiraki	r.
金花蟲	*Metriona* sp.	l.
@黑守瓜	*Aulacophora nigripennis* Motshulsky	l.
黃守瓜	*Aulacophora femoralis* (Motshulsky)	fr.
28星瓢蟲	*Henosepilachna sparsaorientalis* Dieke	l.
斑背出尾蟲	*Stelidota multiguttala* Reitter	f.
白斑瓜天牛	*Apomecyna excaraticeps* Pic.	s.
白星瓜天牛	*Apomecyna maculaticollis* Pic.	s.
赤脚銅金龜	*Anomla cupripes* Hope	l.
小白紋毒蛾	*Orygia posticus* (Walker)	l.
蜜柑毒蛾	*Dasychira mendosa* Hubner	l.
臺灣黃毒蛾	*Euproctis taiwana* (Shiraki)	l. f.
赤邊燈蛾	*Amsacta lactinea* (Cramer)	l.
@瓜螟	*Margaronia indica* Saunders	l. fr.
斜紋夜蛾	*Spodoptsera litura* (Frb.)	l.
球菜夜蛾	*Agrotis ypsilon* (Hufnagel)	s.
擬尺蠖	*Trichoplusia ni* Hubner	l.
瓜擬尺蠖	*Plusia* sp.	l.
曲紋擬尺蠖	*Phytometra brachychalcea* Hampson	l.
@瓜實蠅	*Dacus cucurbitae* Coquillett	fr.
@蕃茄斑潛蠅	*Liriomyza bryoniae* (Kalt.)	l.
僞二點葉蟎	*Tetranychus truncatus* Ehara	l.
@神澤葉蟎	*Tetranychus kanzawai* Kishida	l.
赤葉蟎	*Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)	l.
@扁蝸牛	*Bradybaena similaris* (Ferussac)	l.fr.
蛞蝓	*Incilaria* sp.	l.s.

@：Higher density,l：leaf, f：flower, fr：fruit, b：bud, s：stem, r：root

1. 棉蚜：屬雜食性昆蟲，在本省終年發生，四季可見，其所爲害之寄主植物目前已知達40科80種[3]，其中以葫蘆科、桃金孃科、桑科及茄科等爲主，於絲瓜上其棲群密度於低溫乾旱季節（1～4月及12月）較多（圖一），5～9月間因氣溫高及雨量多，其密度下降。爲害絲瓜植株時，一般聚集在絲瓜之嫩梢基部或葉背，刺吸組織汁液，嚴重發生時可爲害花蕾、幼瓜，通常使葉捲縮、萎凋、變形或畸形，同時分泌密露滴沾於葉面上，引來螞蟻甜食，且誘發煤病，此外棉蚜能傳播毒素病，造成作物重大損失，故其經濟重要性不容忽視。

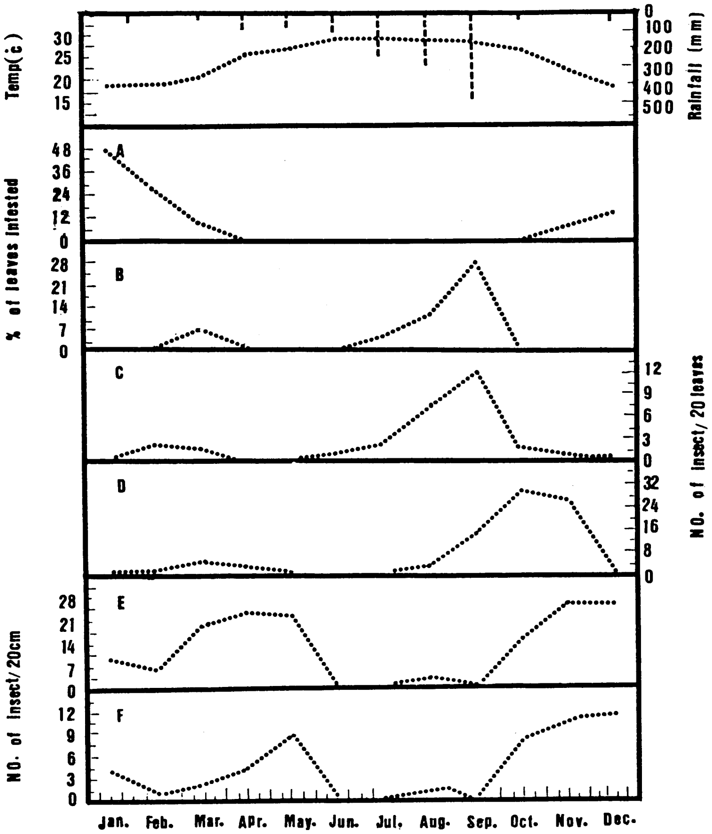


圖 1．南部絲瓜主要害蟲發生消長調查

Fig 1. The seasonal occurrence of magjor insect pests on sponge gourd in southern Taiwan.
A. *Aphis gossypii* Glover
B. *Liriomyza bryoniae* (Kalt)
C. *Aulacophora nigripennis* Motshulsky
D. *Margaronia indica* Saunders
E. *Tetranychus kawzawai* kishhida
F. *Thrips palmi* Karny

2. 蕃茄斑潛蠅：本蟲除了爲害瓜類外，尙爲害十字花科蔬菜，近年來逐漸成爲嚴重害蟲，因其成蟲體小，活動力強，侵入性亦快，目前亦爲設施園藝作物重要害蟲[5]，絲瓜一般於初植1—2月內受害最重，尤於9—10月定植之絲瓜凡無一株倖免，蕃茄斑潛蠅通常於日間活動，先以產卵管刺破幼葉葉片表皮，將卵產入葉肉內，卵孵化後幼蟲在葉肉間潛食，致使叶片上呈白色曲線食痕，嚴重時可導致葉片枯萎，幼蟲老熟後化蛹於葉背或根部附近土壤，另由觀察得悉其成蟲於近地面活動較多，是故匍地式絲瓜較平棚式受害重。

3. 黑守瓜：本蟲主要爲害絲瓜，根據貢氏於民國73年作全省問卷調查，得悉本蟲由民國45年至55年爲

中度爲害，56年以後爲輕度爲害[9]，蓋民國56年以後殺蟲劑普遍使用，爲本蟲於田間減少之主因，然於一般零星栽培或野生絲瓜上其密度仍高。本蟲於南部夏季發生較多，春季次之，成蟲取食葉片，造成葉片上圓孔纍纍，其行動活潑，受驚擾立即逃離。

4. 瓜螟：本蟲主要爲害瓜類，依貢氏調查得悉本蟲由民國34至59年爲輕度爲害，民國60年至69年發生不普遍[9]，近年來於部分地區絲瓜上似有增加之趨勢，其棲群密度於9～11月間最高，3月次之，5～7月梅雨季節及冬季均少見。成蟲性活潑，其前翅前緣及外緣，後翅後緣爲黑色，甚好辨認，靜止時將尾端上舉，並搖動其體之囊狀毛，初齡幼蟲食害葉片成網狀痕，中齡以上幼蟲有者牽絲捲葉取食，有者侵入花內子房取食生長點，或食害果皮，使果面外觀有明顯食痕，對果實外觀品質影響很大。
5. 神澤葉蟎：本蟎可爲害多種作物如瓜類、茶、花卉…等，其於絲瓜之發生消長情形大致與其他作物相同，在春夏、秋冬之際其密度最高，雨季則降低，且無越冬眠現象[8,11]。一般其幼、若、成蟎於中老葉片下吸收養份，致使葉部呈灰色微小斑點，棲群密度高度時，可使葉綠素盡失而致葉片枯萎，由於絲瓜葉片大且茂密，一逢旱季極易引起葉蟎之大發生，所幸絲瓜生長速度快，葉蟎發生時，尙能容忍。
6. 南黃薊馬：本蟲爲多種瓜果蔬菜之重要害蟲，其於絲瓜園之消長情形與神澤葉蟎相近，是故二者時常共存於葉上爲害。有關南黃薊馬於瓜類爲害情形生態，在王、朱（1986）報告中已詳述[1]。唯南黃薊馬可爲害絲瓜各部份，其於植株之分佈於葉片最多，幼葉、花器次之，心芽反而少。嚴重發生時可食害果實表皮造成蟲疤，致使果實歪曲形狀不良。
7. 其他害蟲：絲瓜害蟲種類繁多，少數害蟲雖常見，但不構成損失，如小綠葉蟬夏季發生多，主要藏於葉背食害；旱季凡無一朵花能倖免不受花薊馬爲害，唯對花器生長尙無大礙發生。白斑瓜天牛其幼蟲於莖內取食肉質，通常於採收末期發生多，促使瓜蔓提早乾枯。扁脚緣椿象成蟲若蟲喜停於花、芽部吸食養份，於天氣晴朗時活動。粉蝨類則於葉背吸食爲害，屬於偶發性害蟲，新侵入害蟲螺旋粉蝨感染絲瓜尙輕微。

參考文獻

1. 王清玲、朱耀沂。1986。南黃薊馬（*Thrips palmi* Karny）之綜述。中華昆蟲6：119—125。
2. 林昭雄。1980。絲瓜。臺灣農業要覽（上冊）。986—989。
3. 許洞慶。1980。臺灣蚜蟲科種類之增訂。國立臺灣大學博士論文。283。
4. 溫宏治。1986。瓜螟（黑邊螟蛾）。興農216：20～21。
5. 溫宏治。1988。設施園藝：養液栽培之害蟲簡介。養液栽培技術講習專刊：86—88。
6. 溫宏治。1985。臺灣南部瓜實蠅之田間生態與誘殺研究。中華農業研究。34 (2)：228—235。
7. 溫宏治。1990。絲瓜園扁蝸牛之發生與防治研究。中華農業研究。39 (3)：228—233。
8. 陳惠藏。1985。茶樹之神澤葉蟎生態研究。臺灣省茶業改良年報。71：34—35。
9. 貢穀紳。1984。臺灣主要蔬菜害蟲之經濟重要性變遷與防治展望。蔬菜害蟲研討會專刊：3—30。
10. 蔡雲鵬。1965。臺灣植物害蟲名彙。經濟部商品檢驗局。植物檢疫資料第5號：19—159。
11. 羅幹成。1989。葉蟎之生態習性及防治策略。中華昆蟲特刊第三號。第一屆蟎蜱學研討會專輯：79—92。

The Investigation of Insect and Other Animal Pests on Sponge Gourd and Their Seasonal Occurrence in Southern Taiwan[1]

H. C. Wen, F. M. Lu and H. H. Hao[2]

Summary

The sponge gourd is an important vegetable in Taiwan. Forty species of insect pests, 3 species of spider mites and 2 species of molluscas have been recorded as the pests till June 1990. The investigation on seasonal occurrences of some major pests showed that *Thrips palmi* Karny appeared all year round with the higher population density in May and during October and December, Whiles *Aphis gossypii* Glover appeared from January to Fabruary, *Tetranychus kanzawai* Kishida from April to May and from October to December, *Aulacophora nigripennis* Motshulsky from August to September, *Liriomyza bryoniae*(Kalt). From August to October and *Margaronia indica* Saunders from September to November. All other pests such as *Phytometra brachychalcea* and *Amsacta lactinea* (Cramer) are negligible due to their low population density.

Key words : sponge gourd, pest insects, spider mites, molluscas, seasonal occurrence.

---

1. Contribution No. 1571 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Entomologist,and Assistant, Department of Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station TARI, Fengshan city, Kaohsiung hsien,Taiwan 83022, R.O.C.

秈稻雜種品系區域適應性試驗[1]

陳正昌　黃真生　呂秀英　林芳洲　蔡倍帛　郭金條
莊商路　郭同慶　胡宗仁　鄭明欽　李祿豐[2]

摘要：試驗的目的在調整雜種水稻品系之種植適期，利用疑似感光性，探討每年種植單期作條件下，是否可發揮雜種優勢而提高增產潛力，以應稻田轉作政策及改進輪作制度之需。本試驗於民國77年利用氣溫較高之夏秋季於全省七個地點進行，測驗八個秈稻雜種品系之稻穀產量及適應性。試驗結果顯示；參試品系在各地之稻穀產量差異極大，在桃園新屋、花蓮、宜蘭三星三處因種植期較早，臺秈雜育1、7及11號等三品系因抽穗障礙而致產量偏低或全無收穫，僅有臺秈雜育2與6號兩品系的平均稻穀產量比對照品種臺中秈10號稍高；在彰化大村等四處採用一般正常二期作之早植，疑似感光性之臺秈雜育1、7及11號三品系平均稻穀產量較對照品種增產10.1—24.9%。臺秈雜育2號在各試驗地區產量最穩定，不論於五月的中間作或七月的一般二期作早植栽培，其平均產量都超過對照品種臺中秈10號。試驗結果顯示如能適當的調整種植時期及利用雜種品系之疑似感光性，可使雜種水稻品系發揮其高產潛力。

關鍵詞：秈稻、雜種水稻、適應性、區域試驗。

利用雜種優勢是提高作物單位面積產量的有效方法之一(1,12)。中國大陸採用此種技術來推廣雜種水稻已有十年以上的歷史(11)，並有大面積之栽培(13)。而臺灣省農業試驗所也於民國72年推出秈稻雜種品系參加區域試驗，發現產量與期作及地區間有極明顯之交感作用(2)，其後每年陸續育成許多雜種品系，繼續參加產量試驗。由歷年的試驗結果得知(3)；秈稻雜種品系確具高產潛力，但對氣象因子敏感，產量不穩定，以致高產特性無以發揮。例如本省第一期作前期及第二期作後期就常因低溫而使秈稻雜種品系發生寒害，而產量銳減。但本省氣候自春分（三月下旬）起日照及氣溫逐漸回升，水稻將不再受寒害影響。因此76年曾在全省八處進行雜種品系之產量試驗，將插秧期延後至三～四月，期使幼穗分化期儘可能避開寒流來襲，讓抽穗後有良好的日照及氣溫，以充份發揮雜種品系之高產潛能。但試驗結果發現；在中間作種植時，雜種品系與一般品種同樣低產，非但難以發揮雜種優勢，又易遭病蟲害侵襲，使利用雜種水稻以推展每年種植一期稻作，進而調整作物輪作制度之構想未能實現。另一方面發現；臺秈雜育1、7及11號三品系疑似具有感光性，受夏天長日影響，抽穗受阻，產量偏低。但在嘉義鹿草試區因蟲害嚴重而採用具有延後栽植意義的宿根栽培，結果三個品系獲得出奇的高產(4)。故如何尋求利用這些雜種品系之特性，以最適植期栽培，謀求發揮雜種優勢以提高產量，並進而應用於改良輪作栽培制度，乃為本年度試驗之目標。

材料與方法

一、試驗材料：供試雜種水稻品系有臺秈雜育1號等八個，以臺中秈10號為對照品種，臺農67號為參

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1572 號。本計畫承行政院農業委員會補助（計畫78農建—7.1糧—07—6），文稿承本所農藝系劉博士大江與曾東海先生斧正，謹致謝忱。

2. 依序為臺灣省農業試驗所助理研究員、前研究員及副研究員，桃園區農業改良場技士，臺中區農業改良助理，臺南區農業改良場助理研究員及副研究員，高雄區農業改良場技士，臺東區農業改良場助理及花蓮區農業改良場助理研究員與副研究員。

考品種，參試各品種（系）之來源列於表1。雜種水稻均採用天然雜交率高之珍汕97A雄不孕系爲母本，選高產並兼具優良農藝特性之稔恢復系爲父本，不同雜種組合間性狀表現之差異，可推測來自父本或父母本特定組合力。

表1. 秈稻雜種品系區域適應性試驗參試品系名稱及來源
Table 1. Origin of the hybrid rice strains used in regional trials.

品系（種）	親本	稻種提供場所
1. 臺秈雜育1號	珍汕 97 A/Suweon 293	臺灣省農業試驗所
2. 臺秈雜育2號	珍汕 97 A/IR4563-5-3-3-6	臺灣省農業試驗所
3. 臺秈雜育5號	珍汕 97 A/IR9129—209—2—2—1	臺灣省農業試驗所
4. 臺秈雜育6號	珍汕 97 A/臺中秈16	臺灣省農業試驗所
5. 臺秈雜育7號	珍汕 97 A/高雄秈育312	臺灣省農業試驗所
6. 臺秈雜育8號	珍汕 97 A/臺農秈育114	臺灣省農業試驗所
7. 臺秈雜育10號	珍汕 97 A/臺農秈育178	臺灣省農業試驗所
8. 臺秈雜育11號	珍汕 97 A/臺農秈育172	臺灣省農業試驗所
9. 臺中秈10號（CK1）	臺中秈育204/嘉農秈育14	臺中區農業改良場
10. 臺農67號（CK2）	臺中187/臺農61^2	臺灣省農業試驗所

二、試驗地點：分別在新屋（桃園）、大村（彰化）、鹿草（嘉義）、屏東、臺東、花蓮、三星（宜蘭）等七處試驗，由各區農業改良場及其分場共同執行。

三、試驗方法：插秧期爲民國77年六月底至七月初，各地區之插秧日期詳如表2。鹿草試區爲探求種植適期而行兩次種植（6月4日與7月20日），其試驗結果分別以A、B表示之。採用逢機完全區集設計法，四重複，五行區；每行20株，3～5本植，行株距採用30×15cm，小區面積爲4.5m²。各地移植時期均較一般第二期作提早，故營養生長期之鳥鼠及病蟲害防治均予加強，肥料施用量按各地長秈稻施肥標準，其他管理工作按一般高級試驗田標準實施。

表2. 秈稻雜種品系區域適應性試驗各地田間作業概況
Table 2. Field management of hybrid rice strains at 7 locations in regional trials.

試驗地點	作業時間（月/日）			施肥量（kg/ha）				病蟲害防治次數
	播種	移植	收穫	硫酸銨	過磷酸鈣	氯化鉀	39號複合肥	
桃園新屋	5/5	5/20	8/22,26,30	500	350	140		4
彰化大村	6/17	7/7	10/7,18			60	1,150	3
嘉義鹿草A	5/25	6/4	9/8,13,28;10/21	800	400	140		4
嘉義鹿草B	7/10	7/20	10/22;11/2,8	700	300	150		3
屏東	5/24	6/8	9/16,30;10/7,18	150		80	550	4
臺東	7/1	7/12	10/18,28;11/4	660	220	100		1
花蓮	5/3	5/13	8/22;9/2,10/13	600	330	100		5
宜蘭三星	5/2	5/13	8/20,30;10/19	425	320	140		6

四、調查項目：包括生育日數（移植至抽穗）、全生育日數（移植至成熟）、成熟期株高、每株穗數、穗重、倒伏性、病蟲害爲害度及小區稻穀產量等，生育期間之氣象資料如氣溫（包括最高、最低及平均）、日照時數與日射量等亦一併列入試驗之參考。

結 果

一、稻穀產量：供試品種（系）的稻穀產量依試區區分，分別列於表3—1至3—7，綜合而言，在桃園新屋、彰化大村、嘉義鹿草B、臺東及花蓮試區的五項試驗中，部份雜種品系產量雖與對照品種

臺中秈10號相近，但並無顯著超越者；在北部的桃園新屋、宜蘭三星與花蓮三處與係於五月插秧，臺秈雜育1、7及11號等三個雜種品系可能受夏季長日照影響，發生抽穗障礙，產量因而偏低，甚至全無收穫；彰化大村、屏東及臺東等三處的平均產量較低，可能與病蟲鳥鼠爲害有關；而在一般產量不高的花蓮試區，移植期（五月中旬）雖然早於中南部試區（六至七月移植），但在覆網保護下免於鳥鼠侵襲，雖受部份病蟲爲害，仍有臺秈雜育2號與6號及臺中秈10號三品種（系）之產量高達7t/ha以上。宜蘭三星試驗地在五月中旬移植，一般雜種品系也有5.6～6.7t/ha之平均產量，遠超過該分場當年二期作粳稻區域試驗高產品系的產量[10]。

表3. 秈稻雜種品系區域適應性試驗各地農藝性狀及稻穀產量調查表

Table 3. Grain yield and agronomic characteristics of hybrid rice stains at 7 locations in regional trials.

3—1. 桃園新屋 Hsinwu, Taoyuan

品系（種）[1]	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[2]指數	稻穀產量		病蟲害爲害度	
	移植至抽穗	移植至收穫					kg/ha	指數	白葉枯病	二化螟蟲
1. 臺秈雜育1號	62	—	111	—	—	0	0	00.0	輕	輕
2. 臺秈雜育2號	75	100	109	9.8	1.44	0	4,833 b[3]	98.4	輕	輕
3. 臺秈雜育5號	63	91	100	15.5	2.08	0	5,122 a	104.3	中	中
4. 臺秈雜高6號	67	97	105	10.0	2.38	0	4,761 b	96.9	輕	重
5. 臺秈雜育7號	64	97	114	4.6	1.47	0	2,244 d	45.7	輕	輕
6. 臺秈雜育8號	64	95	102	13.0	2.25	0	4,667 b	95.0	中	重
7. 臺秈雜育10號	59	89	100	11.3	2.33	0	5,100 a	103.8	中	中
8. 臺秈雜育11號	62	—	113	—	—	0	0	0.0	輕	輕
9. 臺中秈10號(CK1)	68	97	108	9.0	2.14	0	4,911 ab	100.0	輕	輕
10. 臺農67號(CK2)	74	100	102	7.5	1.46	0	2,717 c	55.3	輕	輕

[1] 臺秈雜育1、7、11號三品系抽穗百分率分別爲15、80及30%。
[2] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[3] 參品系稻穀產量實測 F 值爲174.04**。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（α=5%）。

3—2. 彰化大村 Tatsun, Changhua

品系（種）	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[1]指數	稻穀產量		病蟲害爲害度		
	移植至抽穗	移植至收穫					kg/ha	指數	螟蟲	白葉枯病	褐飛蝨
1. 臺秈雜育1號	79	111	127	12.2	3.73	0	5,642 a[2]	97.6	無	無	輕
2. 臺秈雜育2號	67	100	117	13.3	2.44	1.5	5,797 a	100.2	無	輕	重
3. 臺秈雜育5號	53	93	113	11.5	2.81	1.5	5,006 a	86.6	無	輕	中
4. 臺秈雜高6號	60	90	116	11.1	2.43	2.0	4,903 a	84.8	無	輕	中
5. 臺秈雜育7號	82	109	129	12.3	3.57	1.0	5,713 a	98.8	無	輕	輕
6. 臺秈雜育8號	55	100	112	13.0	2.24	1.0	4,600 a	79.5	無	無	重
7. 臺秈雜育10號	52	87	120	9.8	3.10	1.0	4,473 a	77.3	無	無	中
8. 臺秈雜育11號	81	107	119	11.8	3.00	0	5,427 a	93.8	無	無	中
9. 臺中秈10號(CK1)	67	103	120	12.8	2.51	1.0	5,783 a	100.0	輕	無	輕
10. 臺農67號(CK2)	63	102	107	11.2	2.47	0	5,118 a	88.5	無	無	輕

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 參試品系稻穀產量實測 F 值爲 0.89^{ns}。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（α=5%）。

3—3A. 嘉義鹿草 Lutsao, Chiayi (移植日期爲6月4日)

品 系 (種)	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[1] 指數	稻穀產量		病蟲害爲害度
	移植至抽穗	移植至收穫					kg/ha	指數	
1. 臺秈雜育1號	107	139	137	14.8	4.16	0	8,467 a[2]	222.2	無
2. 臺秈雜育2號	74	106	112	16.4	2.49	0.5	6,456 b	169.4	無
3. 臺秈雜育5號	61	94	94	17.1	2.43	0.3	4,133 e	108.5	無
4. 臺秈雜高6號	69	101	102	12.5	2.47	0	5,544 d	145.5	無
5. 臺秈雜育7號	106	138	141	11.5	4.25	0	7,989 a	209.6	無
6. 臺秈雜育8號	73	106	112	15.4	2.32	0	5,833 cd	153.1	無
7. 臺秈雜育10號	63	96	100	13.1	2.98	0	6,267 bc	164.4	無
8. 臺秈雜育11號	106	137	137	13.2	4.50	0.8	6,378 b	167.4	無
9. 臺中秈10號(CK1)	72	106	109	14.9	2.29	1	3,811 e	100.0	無
10. 臺農67號(CK2)	74	108	108	13.9	2.24	0	3,744 e	98.3	無

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 參試品系稻穀產量實測 F 值爲 85.88 **。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著 (α=5%) 。

3—3B. 嘉義鹿草 Lutsao, Chiayi (移植日期爲7月20日)

品 系 (種)	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[1] 指數	稻穀產量		病蟲害爲害度
	移植至抽穗	移植至收穫					kg/ha	指數	
1. 臺秈雜育1號	77	111	107	14.6	3.51	0	8,067 a[2]	107.1	無
2. 臺秈雜育2號	70	104	107	13.3	2.73	0.8	6,433 c	85.4	無
3. 臺秈雜育5號	60	93	108	11.3	2.35	0	5,078 e	67.4	無
4. 臺秈雜高6號	65	97	108	12.9	2.93	0.3	5,689 d	75.5	無
5. 臺秈雜育7號	71	105	114	12.1	3.34	0	7,667 ab	101.8	無
6. 臺秈雜育8號	63	92	104	12.9	2.22	0	6,567 c	87.2	無
7. 臺秈雜育10號	59	94	117	12.7	3.55	0.3	5,756 d	76.4	無
8. 臺秈雜育11號	73	107	110	13.4	2.83	1	7,322 b	97.2	無
9. 臺中秈10號(CK1)	73	107	111	16.1	2.51	1.5	7,533 ab	100.0	無
10. 臺農67號(CK2)	73	108	104	14.3	2.06	0	6,444 c	85.5	無

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 參試品系稻穀產量實測 F 值爲 24.46**。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著 (α=5%) 。

3—4. 屏 東 Pingtung

品 系（種）	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[1]指數	稻穀產量		病蟲害爲害度		
	移植至抽穗	移植至收穫					kg/ha	指數	螟蟲	白葉枯病	黃葉病
1. 臺秈雜育1號	100	132	125	9.4	3.70	0	4,922 a[2]	121.7	無	無	無
2. 臺秈雜育2號	72	108	98	11.7	2.74	0	3,972 c	98.2	無	無	無
3. 臺秈雜育5號	68	105	94	12.1	2.69	0	2,961 e	73.2	無	無	無
4. 臺秈雜高6號	71	107	95	11.1	2.62	0	3,967 c	98.1	無	輕	輕
5. 臺秈雜育7號	99	132	123	8.8	4.29	0	4,189 bc	103.6	無	無	無
6. 臺秈雜育8號	65	103	98	13.1	2.20	0	3,500 d	86.5	無	無	無
7. 臺秈雜育10號	62	99	110	10.6	2.68	0	3,139 e	77.6	無	輕	輕
8. 臺秈雜育11號	91	127	122	8.6	3.12	0	4,367 b	108.0	無	無	輕
9. 臺中秈10號(CK1)	68	105	95	12.3	2.83	0	4,044 bc	100.0	輕	輕	輕
10. 臺農67號(CK2)	73	119	101	10.5	2.17	0	2,600 f	64.3	無	無	無

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 參試品系稻穀產量實測 F 值爲 44.42 **。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（$\alpha=5\%$）。

3—5. 臺 東 Taitung

品 系（種）	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[1]指數	稻穀產量		病蟲害爲害度
	移植至抽穗	移植至收穫					kg/ha	指數	
1. 臺秈雜育1號	72	112	103	11.1	3.16	0	5,917 a[2]	112.7	無
2. 臺秈雜育2號	64	103	100	14.7	2.72	0	5,778 ab	110.1	無
3. 臺秈雜育5號	59	95	95	12.7	1.82	0	3,917 e	74.6	無
4. 臺秈雜高6號	62	95	103	13.0	2.82	0	4,806 cd	91.5	無
5. 臺秈雜育7號	72	110	103	11.3	3.12	0	5,750 ab	109.5	無
6. 臺秈雜育8號	64	103	97	14.5	2.52	0	5,306 bc	101.1	無
7. 臺秈雜育10號	64	97	108	13.3	2.74	0	4,583 d	87.3	無
8. 臺秈雜育11號	72	105	101	11.2	3.09	0	5,611 b	106.9	無
9. 臺中秈10號(CK1)	69	107	104	12.5	2.36	0	5,250 bc	100.0	無
10. 臺農67號(CK2)	69	105	100	11.2	2.77	0	4,889 cd	93.1	無

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 參試品系稻穀產量實測 F 值爲 9.10**。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（$\alpha=5\%$）。

3—6. 花 蓮 Hualien

品 系（種）	生育日數		株高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[1]指數	稻穀產量		病蟲害爲害度		
	移植至抽 穗	移植至收 穫					kg/ha	指 數	紋枯病	白葉枯病	螟蟲
1. 臺秈雜育 1 號	113	153	129	12.4	1.0	0	3,067 d[2]	42.1	無	輕	無
2. 臺秈雜育 2 號	79	120	109	12.3	2.8	1	7,389 a	101.5	無	無	輕
3. 臺秈雜育 5 號	60	101	107	13.6	2.7	1	5,500 bc	75.6	重	重	輕
4. 臺秈雜高 6 號	67	112	113	13.5	2.4	1	7,111 a	97.7	無	無	輕
5. 臺秈雜育 7 號	116	153	105	9.9	1.5	0	3,889 d	53.4	無	無	無
6. 臺秈雜育 8 號	74	111	106	14.1	2.4	0	5,833 b	80.2	中	中	中
7. 臺秈雜育10號	63	101	115	12.9	2.8	1	6,000 b	82.4	無	無	無
8. 臺秈雜育11號	114	153	128	11.6	1.4	0	3,667 d	50.4	輕	輕	無
9. 臺中秈10號(CK1)	65	111	110	15.1	2.5	0	7,278 a	100.0	無	無	中
10. 臺農67號(CK2)	67	112	97	12.6	2.1	0	4,833 c	66.4	無	無	輕

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 参試品系稻穀產量實測 F 值爲 24.30 **。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（ $\alpha=5\%$ ）。

3—7. 宜蘭三星 Sanhsing, Ilan

品 系（種）[1]	生育日數		株 高 (cm)	每株穗數	穗重 (g)	倒伏[2]指數	稻穀產量		病蟲害爲害度	
	移植至抽 穗	移植至收 穫					kg/ha	指數	白葉枯病	捲葉蟲
1. 臺秈雜育 1 號	126	157	122	13.0	2.70	1	5,593 c[2]	95.5	重	無
2. 臺秈雜育 2 號	81	108	105	14.0	2.80	1	6,621 a	113.0	無	無
3. 臺秈雜育 5 號	66	97	105	17.0	3.50	1	5,591 c	95.5	無	無
4. 臺秈雜高 6 號	74	104	102	13.0	3.70	1	6,616 a	113.0	重	無
5. 臺秈雜育 7 號	127	159	131	12.0	3.50	1	6,244 ab	106.6	無	無
6. 臺秈雜育 8 號	75	105	101	14.0	3.70	0	6,739 a	115.1	無	無
7. 臺秈雜育10號	64	96	103	18.0	3.00	1	5,499 c	93.9	重	無
8. 臺秈雜育11號	124	157	123	13.0	3.20	2	5,416 c	92.5	重	中
9. 臺中秈10號(CK1)	72	106	101	13.0	3.60	1	5,857 bc	100.0	無	中
10. 臺農67號(CK2)	83	109	92	15.0	2.40	1	4,558 d	77.8	無	無

[1] 倒伏指數分爲直立、斜、倒三級，分別以0、1、2表示之。
[2] 参試品系稻穀產量實測 F 值爲 11.04**。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（ $\alpha=5\%$ ）。

七個試區（八項試驗）的平均稻穀產量及各品系產量表現較高的地區列於表4，參試品系中（臺秈雜育1號及11號在桃園新屋因抽穗障礙，無稻穀產量調查記錄，故其結果未列入平均，）只有臺秈雜育1號（5,953kg/ha）及臺秈雜育2號（5,909kg/ha）兩品系平均產量超過對照品種臺中秈10號，其增產幅度分別爲7.1%及6.3%，其他各參試品系則仍低於對照品種。疑似具有感光性的三個品系（臺秈雜育1、7及11號）在北部三個試區產量極低（已說明如前），雖在嘉義鹿草等試區產量極高，但其總平均產量並不突出（與對照品種產量差異不顯著）；但臺秈雜育7號及11號之產量在參試的八個品系中仍居第三、四順位。臺秈雜育1號及7號在三個試區四項試驗中以及臺秈雜育2號在五個試區之產量均列第一至三順位（表4），表現較爲優異。

表4. 秈稻雜種品系區域適應性試驗全省七處試區之平均稻穀產量及產量較高地區表
Table 4. Comperison of average grain yield of hybrid rice strains in regional yield trials.

品系（種）	稻穀產量[1] (kg/ha) 平均	C. V.	指數	順位	產量較高地區[2]
1. 臺秈雜育1號	5,953 a[3]	35.40	107.1	1	(1)鹿草A，(1)鹿草B，(1)屏東，(1)臺東
2. 臺秈雜育2號	5,909 a	18.32	106.3	2	(1)大村，(1)花蓮，(2)臺東，(1)三星，(3)鹿草A
3. 臺秈雜育5號	4,663 bc	19.51	83.9	9	(1)新屋
4. 臺秈雜高6號	5,424 ab	19.16	97.6	6	(3)三星
5. 臺秈雜育7號	5,460 ab	35.59	98.2	4	(2)鹿草A，(2)鹿草B，(3)屏東，(3)臺東
6. 臺秈雜育8號	5,380 ab	20.26	96.8	7	(1)三星
7. 臺秈雜育10號	5,102 abc	19.96	91.8	8	(2)新屋
8. 臺秈雜育11號	5,455 ab	25.29	98.1	5	(2)屏東
9. 臺中秈10號(CK1)	5,558 ab	24.38	100.0	3	
10. 臺農67號(CK2)	4,363 c	29.55	78.5	10	

1 新屋試區臺秈雜育1號與11號兩品系因抽穗障礙行成缺區，其調查值未列入。
2 地名前所附數字係該品系在當地產量之順位。鹿草種植期 A 爲6月4日，B 爲7月20日。
3 參品系稻穀產量實測 F 值爲2.01*。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著（a=5%）。

又依移植時間將七個試區資料分爲兩組，其產量比較列於表5。在北部的桃園新屋、宜蘭三星與花蓮三處係於五月插秧，疑似具有感光性的三個品系臺秈雜育1、7及11號由於抽穗障礙，產量爲所有參試品系中之最低者（分居第八、九及七順位）；在其他品系方面，亦僅有臺秈雜育2號及6號之平均稻穀產量稍高於對照品種臺中秈10號（表5）。中南部四個試區（彰化大村、嘉義鹿草、屏東及臺東）係於六至七月插秧，疑似具有感光性雜種品系臺秈雜育1、7及11號之產量反而最高，其平均依序爲6,602、6,261與5,820kg/ha，分居第一、二、三順位，較對照品種臺中秈10號增產10～25%。而一般雜種品系中，只有臺秈雜育2號之5,687kg/ha超過對照品種7.6%（表5）。

表5. 秈稻雜種品系區域適應性試驗不同移植期各試區之稻穀產量比較

Table 5. Comperison of average grain yield of hybrid rice strains between two transplanting dates in regional yield trials.

品系(種)	5月份移植三處平均稻穀產量[1]				6—7月份移植四處平均稻穀產量[2]			
	平均[3]	C. V.	指數	順位	平均[3]	C. V.	指數	順位
1. 臺秈雜育 1 號	4,329 ab[4]	41.26	72.0	8	6,602 a[4]	23.75	124.9	1
2. 臺秈雜育 2 號	6,281 a	20.88	104.4	1	5,687 bcd	17.82	107.6	4
3. 臺秈雜育 5 號	5,404 ab	4.60	89.8	6	4,218 f	20.65	79.8	10
4. 臺秈雜高 6 號	6,162 a	20.10	102.4	2	4,981 cdef	13.78	94.3	7
5. 臺秈雜育 7 號	4,125 b	48.72	68.6	9	6,261 ab	25.02	118.5	2
6. 臺秈雜育 8 號	5,746 ab	18.08	95.5	4	5,161 cde	22.77	97.7	6
7. 臺秈雜育10號	5,532 ab	8.15	92.0	5	4,843 def	25.22	91.7	8
8. 臺秈雜育11號	4,541 ab	27.23	75.5	7	5,820 abc	18.97	110.2	3
9. 臺中秈10號(CK1)	6,015 a	19.80	100.0	3	5,284 cde	28.41	100.0	5
10. 臺農67號(CK2)	4,036 b	28.52	67.1	10	4,559 ef	31.93	86.3	9

[1] 五月份移試區包括新屋(移植期5月20日)、花蓮及三星(5月13日)。
[2] 六至七月份移植區包括大村(7月7日)、屏東(6月8日)、臺東(7月12日)、鹿草 A (6月4日)及鹿草 B (7月20日)。
[3] 新屋試區臺秈雜育 1 號與11號兩品系因抽穗障礙行成缺區，其調查值未列入。
[4] 參品系稻穀產量實測 F 值：5月份移植三處爲2.16^{ns}、6、7月份移植四處爲5.83**。同一直列所附英文字母相同者係經 Fisher's (L.S.D.) 測定差異不顯著 ($\alpha=5\%$)。

嘉義鹿草試區兩次種植(6月4日及7月20日)之試驗結果有很大的差異(表6)。比較不同種植期的稻穀產量，對照品種臺中秈10號在六月移植時的產量偏低(3,811kg/ha)，但於七月移植時卻有倍加現象；參試雜種品系中，疑似具感光性品系之產量有超過一般雜種品系的趨勢，在兩個植期的表現頗爲相似(表6)，尤以6月4日移植區臺秈雜育1號之產量高達8,467kg/ha(表3—3A)，表現最爲突出。調查疑似具有感光性之臺秈雜育1、7及11號等三品系之高產因素，主要來自平均穗重之增加(尤其6月4日種植者)，與平均穗數之關係不大。

表6. 秈稻雜種品系區域適應性試驗嘉義鹿草試區兩次移植期稻穀產量及農藝性狀比較

Table 6. Comperison of grain yield and agronomic characteristcs of hybrid rice strains between two transplanting dates in Chiayi.

農藝性狀	品系(種)特性	移植期	
		6 月 4 日	7 月 20 日
稻穀產量 (kg/ha)	疑似感光性品系	6,378—8,467	7,322—8,067
	一般雜種品系	4,133—6,456	5,078—6,567
	臺中秈10號 (CK)	3,811	7,533
生育日數(日)(移植至抽穗)	疑似感光性品系	106—107	71—77
	一般雜種品系	61—74	59—70
	臺中秈10號 (CK)	72	73

全生育日數（日）（移植至收穫）	疑似感光性品系	137—139	105—117
	一般雜種品系	94—106	92—104
	臺中秈10號（CK）	106	107
株　高（cm）	疑似感光性品系	137—141	107—114
	一般雜種品系	94—112	105—117
	臺中秈10號（CK）	109	111
每株穗數	疑似感光性品系	12—15	12—15
	一般雜種品系	12—17	11—13
	臺中秈10號（CK）	15	16
一 穗 重（g）	疑似感光性品系	4.2—4.5	2.8—3.5
	一般雜種品系	2.3—3.0	2.2—3.6
	臺中秈10號（CK）	2.29	2.51

針對稻穀產量之試驗機差均方純度測驗方面（表8），不論是七個試區（八項試驗）總合或依種植期早晚（移植期為五月或六至七月）分別進行，其結果均顯示各地試驗機差均方為異質，其合併變方分析概略測驗結果（表8）；在全省七處的合併分析顯示地區之差異為極顯著，六至七月份移植的四個地區（五項試驗）之間及五月份移植的三個地區之間差異也都呈極顯著，但是兩個不同種植期之間差異不顯著。品種（系）之差異顯著，主要來自七個非感光品系間之差異；疑似感光性與非感光性品系間之差異不顯著。分析六至七月份移植的五項試驗之結果，顯示地區及品系間之差異均呈極顯著，疑似感光與非感光品系之差異亦極顯著，三個疑似感光品系間差異不顯著，七個非感光品系之間則有顯著差異。由三個五月份移植地區的結果分析得知地區間有顯著差異，10個品種（系）間之差異不顯著，但疑似感光品系與非感光品系之間卻有極顯著的差異。

二、其他農藝特性：參試品系在各試驗區的農藝性狀如表3，總平均農藝狀如表7，茲將各性狀之表現簡述如下：

1. 生育（移植至抽穗）日數：參試品系之抽穗期隨移植期早晚而有頗大的差異，且受參試品系之感光性所左右，一般不具感光性雜種品系及對照品種臺中秈10號，其生育日數之長短大多隨品種成熟性早晚而異，受不同移植期環境之影響較小。但臺秈雜育1、7及11號等三品系，可能具有感光性，其生育日數之長短，受不同移植環境之影響較大，揷植期在5月中旬至7月下旬時，其正常抽穗期都在9月上旬至10月上旬之間（表3—1至表3—7）。參試品系之平均生育日數以臺秈雜育5、10號兩品系較短，疑似感光性的臺秈雜育1、7、11號等三品系生育日數較長。
2. 全生育（移植至收穫）日數：由於臺秈雜育1、7及11號三品系疑似具感光性，抽穗延遲，其全生育日數因而延長。在桃園新屋試區於5月20日移植，因零星抽穗而難於調查生育日數。在花蓮及宜蘭三星兩處於5月23日移植，其全生育日數在花蓮為153日，在宜蘭三星則需157～159日。嘉義鹿草試區分兩次種植，於6月4日移植者需137～139日，但7月20日移植僅需105～111日。在屏東係於6月8日移植，全生育日數為127～132日之間。在彰化大村及臺東分別於7月7日及7月12日移植，全生育日數分別為107～111日及105～112日。上述資料顯示；在5～7月間種植疑似感光性雜種品系，其生育期隨種植時間之延後而減短。

表7. 秈稻雜種品系區域適應性試驗平均農藝特性表[1]

Table 7. Agronomic characteristics of hybrid rice strains in regional yield trials.

品　系（種）	全生育日數		株高 (cm)		每株穗數		一穗重 (g)	
	平均	C. V.	平均	C. V.	平均	C. V.	平均	C. V.
1. 臺秈雜育 1 號	130.7	15.25	120.1	9.83	12.5	15.18	3.13	33.46
2. 臺秈雜育 2 號	106.1	6.05	106.9	5.80	13.1	15.10	2.52	18.14
3. 臺秈雜育 5 號	96.1	4.89	102.1	7.20	13.8	17.19	2.54	20.01
4. 臺秈雜高 6 號	100.4	7.06	105.5	6.35	12.1	10.22	2.71	16.38
5. 臺秈雜育 7 號	125.4	18.63	120.0	11.06	10.3	25.25	3.13	34.97
6. 臺秈雜育 8 號	101.9	5.99	104.1	5.43	13.7	6.59	2.48	20.31
7. 臺秈雜育10號	94.8	5.02	108.9	7.02	12.7	19.59	2.89	12.29
8. 臺秈雜育11號	127.6	17.40	119.0	9.36	11.8	14.05	3.02	29.91
9. 臺中秈10號(CK1)	105.3	3.83	107.0	6.77	13.2	16.69	2.95	17.51
10. 臺農67號(CK2)	107.9	5.51	101.5	5.28	12.0	20.37	2.20	17.25

[1] 臺秈雜育 1 號與11號兩品在新屋試區因抽穗障礙而行成缺區，其調查值未列入。

表8. 秈稻雜種品系區域適應性試驗稻穀產量合併變方分析概略測驗[1]

Table 8. Combined analysis of variance with approximate test over sites form grain yield of hybrid rice strains in regional yield trials.

區　分	變　因	自由度		均方＊10^6	F 值
總　合	地區	7		8.29	8.55**[2]
	5月種植與6～7月種植		1	0.55	0.57
	6～7月種植內5處		4	10.30	11.65**
	5月種植內3處		2	5.80	5.98**
	品種	9		2.04	2.10*
	疑似感光與非感光品種		1	2.80	2.89
	疑似減光品種內		2	0.55	0.57
	非感光品種內		6	2.33	2.40*
	地區＊品種	61		0.97	
6～7月種植	地區	4		11.30	25.68**
	品種	9		3.00	6.82**
	疑似感光與非感光與非感光品種		1	16.80	38.18**
	疑似減光品種內		2	0.77	1.75
	非感光品種內		6	1.44	3.27*
	地區＊品種	36		0.44	
5月種植	地區	2		5.81	5.87*
	品種	9		2.14	2.16
	疑似感光與非感光與非感光品種		1	8.75	8.84**
	疑似減光品種內		2	0.10	0.10
	非感光品種內		6	1.73	1.75
	地區＊品種	16[3]		0.99	

[1] 經均方純度測驗（Bartlett,M.S.）測驗得知，總合8處 χ^2=113.72、6～7月種植5處χ^2=97.74與5月種植之3處χ^2=28.85，均達1%極顯著差異，故以（地區＊品種）作爲機差項進行合併變方分析及概略測驗（湯）。

[2] *,**：差異顯著性測驗性測驗各達5%，1%顯著水準。

[3] 新屋試區因臺秈雜育 1，11號兩品系發生抽穗障礙而造成缺區，故地區＊品種之自由度等於16之故。

對一般不具感光性雜種品系及對照品種臺中秈10號而言，此種全生育日數隨種植時間延後而減短之現象並不明顯，在花蓮及宜蘭三星兩處同時於5月23日移植，非感光性雜種品系及對照品種在花蓮的生育期比在三星長4～12天，且長於各地其他月份種植者；各品系在新屋試區的生育期最短（5月20日移植），可見全生育日數之差異係來自種植期及環境之不同所致。雜種品系中以臺秈雜育5號與10號之生育期較短。

在鹿草試區，疑似感光性品系於6月移植時，全生育日數較7月移植者長約一個月（表6），此種差異主要來自6月移植者生育日數（挿植至抽穗）較7月移植者長約一個月所致，與抽穗後至成熟日數關係不大，推測其原因可能由於該品系對日長敏感，在長日環境下抽穗延遲所致。但一般雜種品系及對照品種並未顯示此種差異。

3. 平均株高：參試品系在各試驗區的株高頗不一致，其變異主要隨品系特性、栽培環境以及施肥管理之不同而異。一般平均株高以疑似感光性，且生育期較長之雜種品系臺秈雜育1、7及11號三品系較高，臺秈雜育5號與8號較矮，其餘品系相差不多（表7）。調查有關不同種植期對株高的影響，雖然早植者株高稍有增加之趨勢，但並不明顯。

在嘉義鹿草試區分兩次種植，疑似感光性品系於6月4日移植者其平均株高達137～141cm，較7月20日移植者平均株高增加約30cm左右；但一般雜種品系在7月20日移植者其平均株高卻反較6月4日移植者高約5～10cm（表6）。推測其原因，前者株高之增加可能與營養生長期延長約一個月有關，後者之原因仍猶待進一步之探討。

4. 平均穗數：參試品系在各試區的總平均穗數相差不大（表7），以臺秈雜育5號的每株13.8穗及臺秈雜育8號的13.7穗較多，臺秈雜育7號的平均每株穗數只有10.3，爲數最少，臺秈雜育11號亦僅爲11.8穗，可見參試品系之平均每株穗數與一般秈稻比較均屬偏低。根據前人研究，增加一株穗數爲雜種水稻之主要高產因素[14]，本試驗每株平均穗數偏低，可能是影響產量之主因。

5. 平均穗重：參試品系在各試驗區的穗重表現亦頗不一致，平均穗重較高的疑似感光性雜種品系臺秈雜育1、7及11號，較其他品系爲優，尤其在嘉義鹿草於6月4日移植時，全生育日數爲140天左右，其平均穗重高達4g以上（表3—3A），幾乎爲一般不具感光性雜種品系之兩倍；但在花蓮試區5月23日移植時全生育日數爲153天，平均穗重僅爲1～1.5g（表3—6），爲所有參試品系最低者。由此可見具感光性雜種品系平均穗重之高低，主要受栽培環境之影響，與全生育日數之長短關係不大。一般不具感光性雜種品系之平均穗重在2.48～2.89g之間，以臺秈雜育10號2.89g較重，其他品系平均穗重相差不多。

三、試驗期間之氣象資料：依據各試區農業氣象站之觀測結果，將各試區生育期間之氣溫（包括最高、最低及平均）之頻度分佈如表9，累積日照時數及日射量之差異如表10，本省北、中及南部週年日長之差異詳如附圖1。

表9. 秈稻雜種品系區域適應性試驗各地最高、最低及平均氣溫頻度（日數）

Table 9. Maximum, minimum and average air temperatures in regional yield trials. (days)

氣溫 (°C)	桃園	彰化	嘉義	屏東	臺東	花蓮	宜蘭
最高溫度							
〈20	0	0	0	0	0	0	0
20—24.9	3	0	4	1	0	9	20
25—29.9	15	6	32	17	28	48	31
30—34.9	85	43	121	129	83	115	88
35—37.9	0	38	1	1	1	0	12
38—39.9	0	4	0	0	0	0	1
〉40	0	0	0	0	0	0	0
最低溫度							
〈15	0	0	0	0	0	0	0
15—17.9	1	0	7	0	0	1	3
18—19.9	4	1	15	0	1	3	20
20—24.9	45	48	102	102	40	87	102
〉25	61	42	30	45	71	63	30
平均溫度							
〈18	0	0	0	0	0	0	0
18—19.9	0	0	2	0	0	0	3
20—22.9	4	5	8	0	4	2	23
23—25.9	10	22	27	11	19	40	33
26—28.9	81	43	36	88	36	89	56
29—32.9	8	47	84	40	57	22	44
33—34.9	0	0	0	0	0	0	1
〉35	0	0	0	0	0	0	0

表10. 秈稻雜種品系區域適應性試驗各地累積日照時數及日射量[1]

Table 10. Cumulative duration of sunshin (hours) and solar radiation ($MJ.m^{-2}$) in regional yield trials.

累積日數[2]	桃園	彰化	嘉義[3]	屏東	臺東	花蓮	宜蘭
累積日照時數							
10	15	63	62	60	83	18	24
40	284	258	241	275	266	143	191
70	522	453	408	464	452	362	397
100	762	611	539	641	539	529	550
120			582	708		632	662
140			700	780		670	710
累積日射量[2]							
10	100	146		150	263	77	111
40	684	574		633	863	467	548
70	1,349	1,082		1,087	1,503	1,032	1,151
100	1,973	1,610		1,472	1,901	1,499	1,703
120				1,676		1,772	2,021
140				1,867		1,938	2,215

[1] 日射量單位為 $MJ \cdot m^{-2}$。

[2] 移值後之日數。

[3] 嘉義試區日射量未調查。

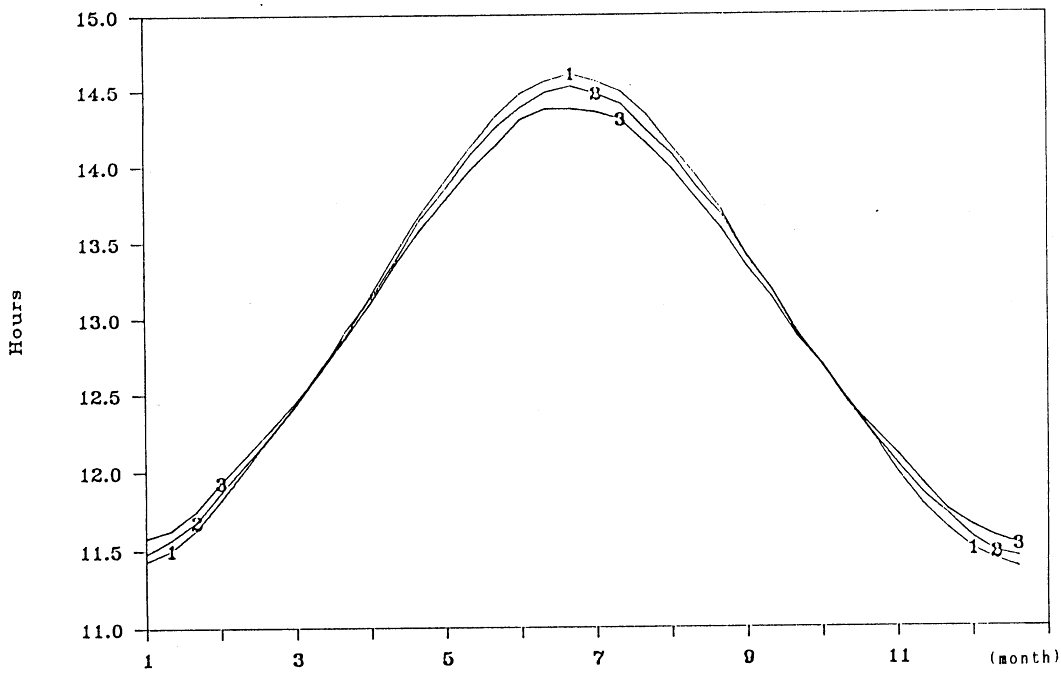


圖1. 本省南北日長時數週年之消長（以太陽在地平線以下6度計算）
Fig 1. The annual daylengh varience of Taiwan
—1— Taipei —2— Taichung —3— Taitung

討　論

根據本所歷年試驗結果，認爲秈稻雜種品系雖具有高產潛力，但受一期作前期及二期作後期低溫的影響，稻穀產量頗不穩定[2,3]。爲避開低溫季節，選擇兩期作之間的中間作栽培，卻又發現非但易遭病蟲害侵襲，且疑似感光性品系因受日長影響而發生抽穗障礙[4]。因此如能改變種植期，於一般二期作之前的六月中至七月初移植，則生長初期在高溫環境下，可望獲得良好的營養生長，當八月中、下旬進入幼穗分化期時，日長漸短，抽穗不受影響，應有高產的可能。本年試驗結果證實疑似感光性品系，在本省中南部確具高產的潛力（平均較對照品種臺中秈10號增產10—25%），但在北部地區如植期過早（五月份），則抽穗受阻，產量偏低，尤以新屋與花蓮的表現最爲明顯。而一般非感光性雜種品系五月份在北部種植的三處，其各品系平均產量與六至七月份在中南部四處結果之比較，並無明顯差異，顯示種植時期早晚對非感光性雜種品系之稻穀產量影響不大。

綜合本年及上（76）年的試驗結果[4]研判，在一般第二期稻作產量偏低的北部（新屋、三星與與花蓮）試區，如爲配合農田輪作，採用臺秈雜育2、6與10號三個非感光性雜種品系，於五月份挿植，或可獲得較一般二期作更高的產量，尤其在宜蘭三星試區，一般雜種品系平均產量爲5.6～6.7t/ha，依據花蓮改良場蘭陽分場的資料，比同年二期作一般推廣品種之產量高出一倍以上。該試區復於次年同期（78年5月23日）再次試驗，採用此三個雜種品系與臺南9號等四個一般水稻品種爲材料，以相同方法栽培，重新探討的結果發現三個雜種品系的平均稻穀產量仍高達5.6～6.7t/ha，分居第一、二、三順位，較對照品種臺南9號增產12～34%，而該處當年二期作之稉稻區域試驗參試各品種（系）平均產量未達2t/ha[10]，亦顯示雜種水稻的高產潛力。雜種水稻在花蓮區的利用價值亦值得注意，本試

驗中有兩個雜種品系稻穀產量超過7t/ha。

依據本試驗各項氣象資料推測，影響雜種水稻品系生育期及產量的氣象因素，可能以週年日長（以日升、日落在地平線下6度爲準）之消長關係較大，累積日照時數及日射量雖因移植期之早晚而有差異（表10），但其調查結果與各地稻穀產量之高低似無明顯關係。生育期間各地之氣溫（包括最高、最低及平均）雖隨各地之環境及移植期之早晚而差異（表9），但生育期間各地之最高氣溫或最低氣溫均未影響水稻之正常發育[7,8]；生育期間最低氣溫降至18°C以下者只在嘉義鹿草一處有7天以外，其他各處延續日數甚短，且均不低於15°C（表9），已達到避免低溫影響的效果。最高氣溫超過35°C者以大村、三星兩處天數較多，其他各處僅有1日。超過38°C之日數在大村、三星也分別僅有4天及1天，並未構成對水稻生長之威脅。各地平均氣溫之分佈範圍爲20～33°C，適宜一般水稻發育及成長。而大村的最高氣溫高於35°C之日數高達42天，此一氣溫形態是否爲該處試驗產量不高之原因，有待探討。三星試驗地在二期作水稻生育後期常因長期陰雨，而致稻穀產量偏低。本試驗在該處係提前於五月份移植，調查資料顯示（表10）已避開長期陰雨之效果，其累積日照時數及日射量相當高，此可能是該處本試驗稻穀產量較二期作大幅增產原因之一。

本省南北兩端日長時數之差異不大，但全年各月日長時數之差異有3小時左右[9]，大約自6月中旬之14.5小時降至12月初的11.5小時，自10月中旬以後始漸接近12小時（圖1）。從本試驗各區一般農藝特性調查之結果顯示，臺秈雜育1、7及11號三品系在桃園新屋試區於5月20日移植，在7月下旬造成零星抽穗。在花蓮及宜蘭三星兩處同於5月23日移植，在花蓮於9月上旬抽穗，在宜蘭三星則延至9月中旬才抽穗，其生育日數（移植至抽穗）爲126日。嘉義鹿草試區分兩次種植，於6月4日移植者亦延至9月中旬抽穗，其生育日數爲106日，但7月20日移植者，抽穗期在9月下旬至10月初，生育日數爲71～77日。在屏東係於6月8日移植，亦延至9月中旬抽穗，生育日數爲91～100日。臺東係於7月12日移植，於9月22日抽穗，生育日數爲72日（表3—1～3—7）。根據上述調查結果發現，此三雜種品系可能受夏季日長之影響，不論在5月或7月挿植，其正常抽穗期均在9月上旬至10月初。依此推測該三雜種品系可能具有感光性，當日長超過13.5小時以上時，其幼穗分化開始較晚而造成抽穗延遲。但如能適當調整種植期，善用此疑似感光性特性，可利用其穗重較高之優點而獲致高產。一般非感光性雜種品系並未顯示此種特性。

綜合本試驗各項資料研判，雜種品系的最適種植期應依品系對長日敏感特性之程度而有不同，尤以疑似感光性品系種植於六月中旬至七月中旬，並以在本省較高溫的中南部栽培，表現高產之可能性較高；一般非感光性雜種品系較不受此限制，但仍應避免第一期作前期及第二期作後期之低溫爲害。由鹿草試區兩次試驗結果觀之，如爲因應輪作之需，而於六至七月份在該地種植稻作，除可應用感光性雜種品系以獲得高產以外，亦可選用非感光性雜種品系，其產量雖不如感光性品系高，但卻較早熟且產量穩定。此外在中間作種植雜種水稻，病蟲及其他災害比較容易發生，適當的肥培管理及徹底防治病蟲害及預防其他災害，才能確保雜種水稻的產量，而較不符合省工低成本栽培管理之要求。

根據前人研究得知雜種水稻較一般水稻根系活力旺盛[11]，光合物質生產能力較優，上位葉（劍葉與第二葉）葉片面積占總葉面積之百分比較高[5]，更具有旺盛分蘖力，在營養生長期葉面積指數（LAI）能急速增加，且葉面積持續期（LAD）較長，能累積更多的乾物質，增加一穗穎花數及充實穀粒的碳水化合物[14]。然而本試驗結果卻發現參試雜種品系平均每株穗數偏低（表7），可能是產量不高之主因；平均穗重也只有疑似感光性雜種品系，在部份試區表現較佳外，一般雜種品系並不突出。故如何確定影響產量之因素，研究發展較有利的栽培方法，謀求增加有效分蘖數、一穗穎花數及稔實率，應爲重要研究課題。

雖然雜種水稻具有上述優良生理性狀，但在多次試驗[2,3,4,12]及本試驗中的產量表現卻未見理想，主要係現有雜種品系對環境因子較爲敏感，因此如何改變目前現有栽培方法，使雜種水稻能發揮其生

理潛能，對雜種水稻之應用及推廣具有重要意義。一些可予考慮的措施爲減少單位面積播種量，採用疏播肥培管理及小株密植挿植方式，提早施用追肥時間，酌量增加氮肥施用量等，應有助於提升雜種水稻產量。目前本所選育之雜種水稻品系雖具有高產潛力，但利用價值仍然有限，今後對雜種水稻之研究與應用，除應繼續開發優良雜種組合（包括稉型雜種）外，亦有加強有關雜種水稻對環境適應性等生理及栽培試驗研究的必要。

參考文獻

1. 曾東海、黃眞生・1987・雜種水稻的產量與組合力。中華農業研究36：151—164。
2. 黃眞生、陳治官、陳正昌、卜瑞雄・1985・水稻雜種品種之育成。民國72年稻作改良年報，第55—58頁。臺灣省政府農林廳編印，南投縣。
3. 黃眞生、陳治官、曾東海、陳正昌、林永佶、陳錫欽・1987. 雜種水稻之育成。民國75年稻作改良年報，第193—199頁。臺灣省政府農林廳編印，南投縣。
4. 黃眞生、陳正昌、林芳洲、張盛添、郭金條、莊商路、邱運全、胡宗仁、劉瑋婷、陳楚山、呂文通・1988・秈稻雜種品系一年一作區域適應性試驗。中華農業研究37：225—238。
5. 張富州、陳正昌、曾東海、劉大江・1990・雜種水稻產量生理研究 I .用於中間作栽培之光合物質生產能力表現。中華農學會報新153：51—590。
6. 湯文通・1967・作物育種之原理與實施。pp419—425。國立臺灣大學，臺北市。
7. 湯文通・1961・作物栽培原理。pp 15—35。國立臺灣大學農學院，臺北市。
8. 盧守耕・1958・稻作學。pp232—239。國立編譯館，臺北市。
9. 中央氣象局・1990・天文日曆。pp96—99。中央氣象局，臺北市。
10. 陳正昌等・1988・稉稻區域試驗（77年組77/1、2期作報告）民國77年稻作改良年報，第207—232頁。臺灣省政府農林廳編印，南投縣。
11. Lin, S. C. and L. P. Yuan. 1980. Hybrid rice in China International rice research conference. IRRI, Manila, Philippines.
12. Huang, C. S., R. H. Buu and C. C. Chen. 1984. Hybrid variety of Indica rice and its yield potential. J. Agri. Res. China 33：1—11.
13. Yuan, L. P. and S. S. Virmani. 1986. Current status of hybrid rice research and development. Intl. Symp. on Hybrid Rice. Changsha, Hunan, China, October 6—10, 1986.
14. Yan Z. D. 1986. Agronomic management of rice hybrids compared with conventional varieties. Intl. Symp. on Hybrid Rice. Changsha, Hunan, China, October 6—10, 1986.

Regional Trial on the Yield Performance and Adaptability of Hybrid Rice Strains[1]

C. C. Chen, C. S. Huang, H. Y. Lu, F. C. Lin, B. K. Tsay, C. T. Kuo, S. L. Chueng, T. C. Kuo, C. J. Hu, M. C. Cheng & L. F. Lee.[2]

Summary

Experiments were conducted at 7 locations to study the yield performance, adaptability and response to photoperiod of 8 indica hybrid rice strains, Rice was cultured as a mid-season crop with transplanting dates ranged from May to July in 1988. Experimental results indicated significant yield variation for hybrid strains among locations. At Hsinwu (Taoyuan), Sanhsing (Ilan) and Hualien, early transplanting in May rendered the three photosensitive strains, i. e. Tainung Sen Hybrid (TNSH) Nos. 1,7 and 11, to show difficulties in panicle extrusion. Grain yield was therefore very low, or even no harvest, for these strains. For overall average grain yield of the other 5 photo-insensitive strains, only TNSH Nos. 2 and 6 was higher than the check variety Taichung Sen No. 10. At Tatsun (Changhua), Lutsao (Chiayi), Pingtung and Taitung, late transplanting in June and July was carried out and different results were recorded. The three photo-sensitive strains out yielded the check variety by 10.1—24.9%, and all the photo-insensitive strains. TNSH No.2 showed the best adaptability as its grain yield averaged from 7 locations was 6.3% higher than the check variety. Based on the results of this experiment, it is suggested that by adjusting planting date and utilizing photosensitivity, yield performance of hybrid rice can be improved greatly when cultured under local conditions.

Key words : Indica rice, Hybrid rice, Adaptability, Regional yield trial

1. Contribution No. 1572 from Taiwan Agricultural Reseach Institute. This study was support by a granted from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC. Dr. D. J. Liu and Mr. T. H. Tseng of the Department of Agronomy, TARI, are indebted for preparing the manuscript.

2. Respecively, assistant agronomist, formerly senior rice breeder and agronomist, Department of Agronomy, TARI; assistant agronomist of Taoyuan District Agricultural Improvement Station (DAIS); assistant of Taichung DAIS; assistant agronomist and agronomist, Tainan DAIS; assistant agronomist of Kaohsiung DAIS; assistant of Taitung DAIS; assistant agronomist and agronomist, Hualien DAIS.

檸檬之多胚性及雜交苗之鑑定[1]

黃 阿 賢[2]

摘要：在果實發育中期及成熟期分別調查 Eureka 及 Lisbon 檸檬種子之胚數，發現不同植株或不同花粉親授粉之種子，其平均胚數在2個以下，成熟種子之單胚比率達44%至68%。以糖橙（Sugar orange）、柳橙及枳殼分別授粉於檸檬，雜交苗與株心胚苗間以葉片形態鑑別之；枳殼授粉者，雜交苗率達73%，糖橙及柳橙授粉者，不同雜交組合之雜交苗率介於27%至56%間，此應與親本間之葉片形態差異程度有關。由不同時期之胚數及雜交苗率調查結果，檸檬可稱之爲少胚性的柑橘，可做爲雜交育種的母本。上述以葉片形態鑑定之雜交苗，於1990年2月至4月觀察新稍的顏色，大部份均爲與父本相同之綠色，新稍帶有檸檬之紫紅色或淡紫紅色者，以枳殼授粉者僅11%，甜橙授粉者介於22%至30%間，顯示除葉片形態外，以新稍顏色或上述二者同時鑑定檸檬與其他柑橘之雜交苗當較容易。

關鍵字：檸檬，多胚性，雜交苗，葉片形態，新稍顏色。

檸檬（*Citrus limon*〔L.〕Burm. f.）生長旺盛，具周年開花的特性，栽培檸檬是爲利用其酸味與香氣。檸檬開花後至果實成熟約需6至8個月，所需時間較其他柑橘品種少。檸檬與其他柑橘種類比較，不論植株之生長特性，果實的形態、風味、顏色均有甚大的差異。以檸檬爲雜交親本，可望後代有較大之變異。

柑橘類普遍具有多胚性[1,4,5,12,16]，胚數越多者，雜交胚之成活機會越低，甚至全無[5,6]。據記載[14]，檸檬爲一稍具多胚性（slightly polyembryony）之種類，而多胚柑橘之胚數，隨種子之發育而調查結果有差異[7]，一連續性之調查方可確定其產生胚數之多寡。

鑑定雜交苗爲多胚性柑橘雜交育種關鍵步驟之一，除葉片形態[1,6,7,13,19,24]外，爲育種或其他研究需要而發展出不同的鑑定方法[2,11,15,21,23]。在育種過程中，往往因苗木數量甚多，以幼苗之植物形態鑑別最簡便，其鑑定之雜交苗在某一比率以上時，即具實用價值。據 Spiegel-Roy 之報告[22]，檸檬以枳殼授粉，雜交苗在第四或第五節以上均有明顯的刺，珠心胚苗則無。北京檸檬（meyer lemon, *Citrus meyeri* Y. Tan.）新稍帶紫色，授粉於單胚之柚類，部份雜交苗新稍帶紫色[24]。本報告於果實發育過程中調查檸檬之胚數，並以甜橙及枳殼授粉，以葉片形態及新梢顏色鑑定雜交苗。

材料與方法

除枳殼花粉採自臺灣省農試所關西工作站外，其餘之材料均取自嘉義農業試驗分所。民國78年2月底至3月初，以糖橙（Sugar orange）、柳橙及枳殼花粉分別授粉於 Eureka 及Lisbon 兩檸檬品種。選擇即將開放的花朵，在實驗室內取下花藥，置於乾燥箱內，使其開裂，花粉收集後，授粉於去雄之檸檬，並套上紙袋，三至四週後除袋，並經常檢查結果枝，凡再開花者均予摘除，以免混淆。同

1. 臺灣省農試所研究報告第 1573 號。
2. 嘉義農業試驗分所園藝系助理研究員。臺灣省　嘉義市。

年6月5日及6月21日，調查自然授粉果實之胚數，每株隨機取樣四或五個果實，檢查全部種子之胚數，先剝除內外種皮後，以解剖顯微鏡儘速調查完畢。

雜交果於8月1日採收，取出成熟種子，剝除種皮後，置於墊濾紙之小試管內，一至二日後，胚易分開，再調查胚數。較大的胚逐一播種於育苗箱，翌年2月，調查葉片形態特徵，鑑定雜交苗，凡與母本形態不同者爲雜交苗，即枳殼授粉者爲三出葉；甜橙授粉者具明顯葉翼，或葉身較圓者。雜交苗移植於3公升盆後，調查幼稍之顏色，由2月至4月，每株至少觀察二次新稍生長。

結果與討論

一、胚數調查

檸檬具週年開花的生性，二月至三月間開花者，果實於七至八月間成熟。柑橘品種，當種子胚數甚多時，在其發育後期，胚間相互擠壓變形而不易辨認，調查結果胚數反而減少[7]。本研究分別於6月5日，6月21日採取自然授粉果實，8月1日採取雜交果，調查胚數，雖然種子數在植株間有甚大之差異（表一），但種子中胚數之平均值低於2（表一及表二），不同雜交組合間，單胚種子之比率達40.0%至67.9%，所有451個雜交種子中，胚數最多者亦僅6個（表二），這與甜橙、寬皮柑等[7,18]之平均胚數達二十餘個，乃至四、五十個之情形相差甚大，顯示檸檬雖具多胚性，但胚數甚少，可稱之爲少胚性的柑橘類。

檸檬種子（胚珠）之生長速度甚快，6月上旬調查時胚的發育已接近至最大的程度，但由於胚少，尙容易計算胚數，因此本研究之三個時期之調查結果，與前人[4]調查之結果相當接近。

據 Kobayashi[16]觀察，多胚性之柑橘，其珠心胚係由珠心組織中，細胞質濃，核較大的初生細胞（primordium cells）分化、發育而來。是否檸檬之珠心組織中，初生細胞較少，或抑制珠心胚發育的物質較多，或其他因素，造成胚數較少，尙待探討。

表1. 不同生育時期檸檬品種之胚數*

Table 1. Fruit size and mean number of embryos of lemon harvested at different growing stages.

品種 Cultivar	株號 Tree no.	果實 Fruit (mm) 縱徑 length	橫徑 diameter	平均種子數 Seeds/fruit	平均胚數 Embryos/seed
果實於1989年6月5日採收 (fruits havested on Jun 5, 1989)					
Lisbon		46.6±3.8	32.2±3.4	9.2± 2.8	1.7±1.0
Eureka	1	41.1±2.4	32.4±2.0	11.6±10.2	1.6±1.0
Eureka	2	45.4±2.7	32.7±1.2	8.4± 2.9	1.5±0.7
Eureka	3	43.9±3.1	33.3±1.6	16.8±10.0	1.4±0.8
果實於1989年6月21日採收 (fruits havested on Jun 21, 1989)					
Lisbon		54.4±2.0	43.0±1.0	12.3±3.0	1.3±0.5
Eureka	1	50.3±3.9	42.0±2.0	10.0±2.6	1.3±0.6
Eureka	2	53.4±2.1	42.7±1.4	15.0±4.3	1.3±0.5
Eureka	3	50.8±3.5	40.2±1.2	25.6±3.4	1.4±0.7

* 每株採取果實數，6月5日4個，6月21日5個，平均值±標準偏差。
Four fruits and five fruits were harvested on Jun. 5 and on Jun. 21 respectively. Mean ± SD.

本研究結果，檸檬之平均胚數均少於二個，較桶柑[7]、四季柑[6]少，後二者做爲雜交育種的母本，均有相當數量之雜交苗成活[6,7]。因此，以檸檬爲母本，似可獲得相當比率雜交苗。

表2. 以枳殼及甜橙授粉之檸檬雜交種子胚數*

Table 2. Number of embryos produced per seed of lemon pollinated by trifoliate and sweet oranges.

雜交組合 Combinations	果實數 No. of fruits	平均種子數 Seeds/fruit	胚數 No. of embryos			單胚率 % of mono-embryo seeds
			平均 mean	最高 highest	最低 lowest	
檸檬×糖橙 Lisbon×Sugar orange	5	9.6±2.9	1.4±0.7	4	1	64.6
檸檬×柳橙 Eureka×Liu-cheng	15	17.5±8.0	1.5±0.8	6	1	64.9
檸檬×枳殼 Eureka×trifoliate	8	13.6±5.0	1.4±0.8	4	1	67.9
檸檬×糖橙 Eureka×Sugar orange	4	8.0±1.9	1.9±1.0	5	1	44.0

* 果實於1898年8月1日採收，平均值±標準偏差。
Fruits were harvested on Aug. 1, 1989. Mean±SD

二、雜交苗之鑑定

(一)葉片形態

以枳殼授粉於柑橘屬（*Citrus* spp.）之雜交苗均爲帶翼葉之三小葉，珠心胚苗爲單身複葉（Unifoliate compound），二者極易區別，此一方法常做爲鑑定珠心胚苗與雜交苗及估算雜交苗率[5,7,9,10,18,19,24]。其他柑橘屬之種間[1,6,7]乃至品種間[7,13]之雜交後代亦可以葉片形態區別之。本報告，以枳殼授粉於 Eureka 檸檬，雜交苗率達73%（表三）。

表3. 檸檬以枳殼及甜橙授粉之雜交率[1]

Table 3. Percentage of zygotic seedlings of lemon pollinated by trifoliate and sweet oranges.

雜交組合 Combintions	果實數 No. of fruit	種子數 No. of seed	實生苗數 Seedlings		
			合計 total	雜交 zygotic	(%)[2]
檸檬×糖橙 Lisbon×Sugar orange	4	32	—	12	(38)
檸檬×柳橙 Eureka×Liu-cheng	15	260	—	69	(27)
檸檬×枳殼 Eureka×trifoliate	7	82	97	60	(73)
檸檬×糖橙 Eureka×Sugar orange	5	48	—	27	(56)

1. 雜交以葉片形態鑑定之。
Zyogtic seedlings were identified by leaf morphology.
2. 雜交苗率＝雜交苗數／種子數。
% of zygotic seedlings=No. of zygotic seedlings/No. of seeds.

檸檬葉片之形態特徵爲較寬之披針形（lanceolate），幾無葉翼[14]，甜橙之葉片爲卵形（Ovate），有明顯之葉翼。甜橙授粉於檸檬，與珠心胚苗比較，雜交苗之主要特徵依次爲：葉翼較明顯、葉身較圓或呈卵形，或葉片較狹長或較小（圖一）。可以上述一種或多種形態上的差異鑑定雜交苗與珠心胚苗。甜橙品種中，柳橙之葉翼稍小，葉寬稍窄，形態上與檸檬較接近，雜交後代不易鑑定，以葉片形態鑑定之，雜交苗率爲27%，爲四個雜交組合最低者（表三）。檸檬的雜交苗率在三花粉親間比較，枳殼授粉者最高，達73%，其中有部份矮小發育甚差之植株，仍可由三小葉辨認。枳殼爲父本與柑橘屬之品種雜交，雜交苗率通常高於以柑橘屬之品種爲父本者[7,8,12,17]，這主要因葉片形態差異大，雜交苗容易鑑定，但枳殼與親和力較差之柑橘品種雜交時，雜交苗率亦可能偏低[7]。

㈡刺

各柑橘品種之枝條均有不同程度的刺，刺爲發育不完全的枝[10]，實生苗的刺特別明顯，此爲幼年期的特徵之一，隨著植株之成長，逐漸變小或無[10]。據 Spiegel-Roy[22]報告，Eureka 檸檬以枳殼授粉之雜交幼苗，在第四節或第五節以上均有明顯的刺，而珠心胚苗則無，可據以區分該二類苗；但不同雜交組合間，有不同比率之無刺後代。本研究中，枳殼授粉之雜交苗在第四或第五節，甚至更低的位置，均有明顯的刺，而珠心胚苗或甜橙的雜交通常自莖部第9至第11節以上才有刺，若僅觀察小植株，即以爲無刺，如前人之結果[22]。所以，檸檬之珠心胚苗並非無刺，但枳殼授粉者，雜交苗與珠心胚苗，仍易以刺之開始著生位置區別之。糖橙及柳橙授粉者，播種後一年生之雜交苗，108株中，12株完全無刺，其餘帶有長短不等的刺。刺爲親本的遺傳特性，但其長短依植株之生長狀況而有不同，以刺鑑定雜交苗，應是有刺的母本，產生無刺的後代最爲可靠。

㈢新稍的顏色

柑橘的葉片，一般均爲淡綠色至深綠色，而生長中之檸檬幼稍及幼葉帶紫紅色[3,4]，隨著其發育而逐漸成爲綠色。本研究中，檸檬以枳殼授粉之珠心胚苗，幼稍均帶有紫紅色，成活之雜交苗移植於3公升盆後，38株中有34株（89%）新稍爲綠色或淡綠色，其餘4株（11%）帶有不同程度的紫色（表四）。糖橙及柳橙授粉者，雜交苗新稍帶紫色者爲22%至30%（表四），其餘爲綠色；紫色出現在嫩稍之葉片及葉腋處（圖二），以新稍之顏色來辨別檸檬雜交苗，可達葉片形態鑑定數之70%以上。

表4. 檸檬雜交苗綠色及紫色新稍植株之比率*

Table 4. Frequency between purplish and green young shoots of lemon hybrids identified by leaf morphology.

雜交組合 Combinations	雜交苗數 No. of zygotic seedlings	嫩稍顏色 Colour of young shoot 帶紫色 purplish (%)	 綠色 green (%)
檸檬×糖橙 Lisbon×Sugar orange	12	25	75
檸檬×柳橙 Eureka×Liu-cheng	69	30	70
檸檬×枳殼 Eureka×trifoliate	38	11	89
檸檬×糖橙 Eureka×Sugar orange	27	22	78

* 新稍之顏色觀察由1990年2月至4月。

The color of young shoots were observed form February through March in 1990.

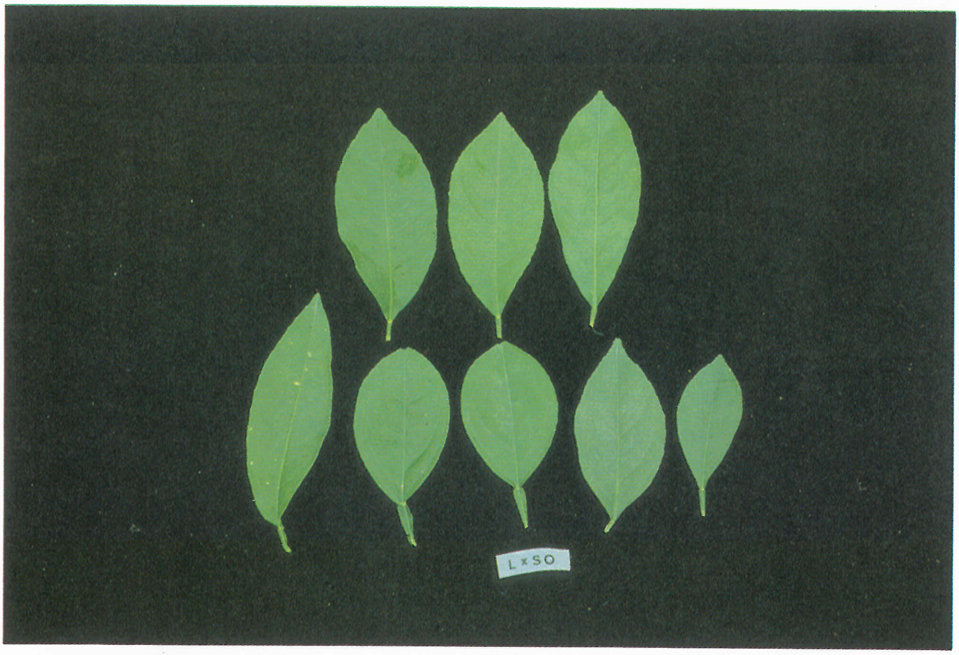


圖 1　檸檬以糖橙授粉，雜交苗（下列）與珠心胚苗（上列）不同植株之葉片形態。與珠心胚苗比較雜交苗之主要特徵依次爲：葉翼較明顯，葉身較圓或卵形，葉片較狹長或較小。

Fig 1. Leaf morphology of zygotic (lower row) and nucellar (upper row) seedlings of lemon pollinated by Sugar orange.
The zygotic seedlings were identified by one or more of the following leaf morphological characteristics, including winged petioles ; rounded or ovate blade ; more slender or smaller leaves.

圖 2　檸檬以甜橙授粉所產生之綠色（上行）及紫色（下行）新稍雜交苗。紫色者除嫩葉外，新稍之葉腋處亦帶紫色。

Fig 2. Green (upper row) and purplish (lower row) young shoot hybrids of lemon pollinated by sweet oranges. The purplish colour appears on both young leaves and leaf axils.

上述之顏色觀察是在二月至四月間進行，但新稍之顏色易受外在環境的影響[2]，五至八月間長出的幼稍，不論珠心胚苗或雜交苗，其紫紅色變得極淡，甚至全無，而為綠色。由於植株之管理均相同，顏色的變化，主要應是氣候的影響。

檸檬以甜橙授粉，以葉片形態鑑定之雜交後代中，新稍顏色帶紫紅色或淡紫紅色者，其葉片形態多介於兩親間，然也有極少數植株之葉片具大型之葉翼或葉身為卵形，其形態類似甜橙，而其新稍之紫色甚至較檸檬之珠心胚苗深。葉片形態與新稍顏色間似無明顯的相關。

由民國79年檸檬以甜橙授粉所選拔之250株雜交苗中，3株之葉片形態與檸檬相同，而由新稍顏色判定為雜交苗，檸檬與甜橙之雜交後代，以葉片形態鑑定，一次即可篩選大多數之雜交苗，然而柑橘幼苗生長之強弱常會影響其葉片之大小乃至形態，且當葉片形態與檸檬相近，不易以此一特徵鑑定時，佐以新梢顏色較為準確。

參考文獻

1. 呂明雄 1980 柑橘胚性及花粉親對珠心胚苗培育之研究。嘉義農專園藝學報10：19—26。
2. 吳明哲、卓俊銘 1986 柑橘葉片同功異構酶之研究。Ⅰ.本省重要柑橘葉片之電泳分析與葉齡對分析結果的影響，中華農業研究35(4)：484—494。
3. 林樸 1966 柑橘・農家要覽第八輯園藝作物果樹篇第二章。75—144。 臺灣省政府農林廳編印。
4. 翁仁祿 1974 本省柑橘類胚色及胚數之調查。臺灣省農試所六十二年年年報。P.62—63。
5. 徐信次 1979 柑橘多胚性之研究—珠心胚苗之分離。中華農業研究28 (2) ：101—108。
6. 黃阿賢、林瓊玖 1985 利用花粉遺傳標誌區別柑橘有胚性。中國園藝32(2)：103—108。
7. 黃阿賢、岳慶熙 1989 多胚性與橙類雜交育種效率改進之研究・柑橘試驗研究所成果專題研討會專集。P. 28—38。臺灣省農試所特刊第12號。
8. Button. J. and J. Kochba. 1977 Tissue culture in citrus industry. P.70—92.In : J. Reinert and Y. P. S. Bajaj. Plant cell, tissue and organ culture. Springer-Verlag Heidelberg New York.
9. Cameron, J. W. and M. J. Garber 1968 Identical twin hybrids of Citrus×Poncirus from strictly sexual seed parents. Amer. J. Bot. 55 (2) 199—205.
10. Comeron, J. W. and H. B. Frost 1968 Genetics, breeding and nucellar embryony. Chap. 5, In : The Citrus Industry, Vol. II, revised edition, Reuther, W., L. D. Batchelor, and H. J. webber, eds. Univ. Calif., Division of Agr. Berkeley.
11. Esen, A., R. W. Scora and R. K. Soost 1975. A simple and rapid screening procedure for identification of zygotic citrus seedlings among crosses of certain taxa. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 (5) : 558—561.
12. Frost, H. B. and R. K. Soost 1968. Seed production : development of gamete and embryos. P.296—324. In : W. Reuther, L. D. Batchelor and H. J. Webbers (eds.) The Citrus Industry, Vol. 2, rev. ed. Berkley : Div. Agri. Univ. Calif.
13. Hearn, C. J. 1977 Recognition of zygotic seedlings in certain orange crosses by vegetaeive characters. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2 : 611—614.
14. Hodgson, R. W. 1967 Horticultral varieties of citrus. chap 4 In : The Citrus Industry, Vol. I, revised edition. Reuther, W., L. D. Batchelor, and H. J. Webber, eds. Univ. Calif. Division of Agri. Berkeley.
15. Iglesias, L., H. Lima and J. P. Simon 1974 Isozyme identification of zygotic and nucellar seedlings in citrus. J. Hered. 65 : 81—84.
16. Kobayashi, S., I. Ikeda and M. Nakatani. 1979 Studies on nucellar embryogenesis in citrus. J. Japan Soc. Hort. Sci. 48 (2) : 179—185.
17. Nishiura, M. and T. Iwasaki 1964 Studies on citrus breeding II. Number of seedlings per seed and

number of gametic and nucellar seedling from satsuma mandarin by cross pollination. Bull. Hort. Res. Stn. B (3) : 1—10.

18. Okudai, N., I. Oiyama and T. Takahara 1981 Studies on the improvement of zygotic seedling yield of the polyembryonic citus. Bull. Fruit Tree Res. Sta. D (3) :9—22.

19. Ozsan, M. and J. W. Cameron 1963 Artifical culture of small citrus embryos and evidance against nucellar embryony in highly zygotic varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82 : 210—216.

20. Pieringer, A. P. and G. T. Edwards. 1964. Identification and zygotic seedlings by infrared spectroscopy. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86 : 226—234.

21. Soost, R. K. and T. E. Williams 1980 Identification of nucellar and zygotic seedlings of citrus with leaf isozymes. HortScience 15 (6) :728—729.

22. Spiegel-Roy and A. H. Teich 1972 Thorn as a possible genetic marker to distinguish zygotic from nucellar seedlings in Citrus. Euphytica 21 :534—537.

23. Tatum, J. H., R. E. Berry and C. J. Hearn. 1974 Characterization of citrus cultivars and seperation of nucellar and zygotic seedlings by thin layer chromatography. Proc. Fla. State Hort. Soc. 87 : 75—81.

24. Toxopeus, H. J. 1962 Notes on the genetics of a few leaf characters in the genus citrus. Euphytica 11 : 19—25.

The Polyembryony and Identification of Zygotic Seedlings of Lemon (*Citrus limon* 〔L.〕 Burm. f.)[1]

A-Shiang[2] Hwang

Summary

The number of embryos of Eureka and Lisbon lemon was investigated during the development of the fruits. Open-pollinated fruits were harvested on June 5 and on June 21, and hybrid fruits were harvested in early August. All the mean number of embryos per seeds were less then 2. 0, and 40 % to 68 % monoembryo seeds of hybrid fruits were found. These indicated that lemon contain low degree of polyembryony. Zygotic seedlings of hybrid fruits were identified by leaf morphology, and seventy-three per cent zygotic seedlings of Eureka lemon crossed by trifoliate orange and 38 % to 56 % zygotic seedlings of lemon crossed by sweet orange were obtained. This variation might be influenced by the difference of leaf morphology among the pollen parents. The colours of growing shoot of these zygotic seedlings was observed from February through March in 1990, eighty nine to seventy per cent of the zygotic seedlings were green, and the others were purplish as the seed parent. The results showed that both the leaf morphology and the colour of young shoot could be used to distinguish the zygotic from nucellar seedings of lemon crossed by other citrus species.

Key Words : lemon, polyembryony, zygotic seedling, leaf morphology, color of young shoot.

1. Contribution No. 1573 From the Taiwan Agriultural Research Institute.
2. Assistant Horticulturist, Dept. of Horticulture, Chia-Yi Agricultural Experiment Station. TARI. Chia-Yi, Taiwan.

Short-term High Temperature Effects on Stomatal Behaviors of Rice Plants. I. Occurring at the Vegetative Stage[1]

Chwin-Ming Yang[2] and James L. Heilman[3]

Abstract : In this study, the effects of a short period of high temperature (35 C, 8 days), relative to 25 C, occurring at the vegetative stage (Leaf 7 stage) on the seasonal changes of stomatal movements of rice plants (*Oryza sativa* L.) were investigated under controlled environment. The diurnal variations of stomatal pattern during the course of temperature changes were also monitored. The physiological importance of such effect was evaluated and discussed. Stomatal diffusive conductances of 35 C-treated plants were significantly higher than 25 C during the course of treatment, though the diurnal pattern of stomatal variations of both treatmints was observed. Instead of the phenomenon known as midday partial stomatal closure, the maximum conductance occurred at about noon (1400 h). Effect of temperature treatments may prolong up to Leaf 13 stage, which can be clearly discerned by plotting the data at 0800, 1400 and 2000 h. Stomatal conductance declined after heading as plants aged.

Key words : high temperature effects, stomatal behavior, rice, *Oryza sativa* L. vegetative stage, controlled environment.

Introduction

Stomatal movements are directly affected by temperature, an enverinmental variable that greatly comtributes to the growth, development and yield of plants. Changes of temperature may influence water relations of guard cells, which along with solute exchanges and mechanical interaction between guard cells and neighboring cells govern the opening and closing of stomata (Willmer, 1983). Indirectly, increase of temperature may affect internal crabon dioxide concentrations, caused by the outpace of respiration over photosynthesis, and the leaf-air vapor pressure deficit, resulting in plant water stress, that in turn affect stomatal movements.

Since the major role of stomata is to control entry of carbon dioxide for photosynthesis and to allow exit of water vapor in the process of transpiration, it is expected that the

1. Contribution No. 1574 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). Part of this work was a portion of senior author's Ph.D. dissertation.
2. Agronomist, Department of Agronomy ,TARI, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate professor, Department of Soil & Crop Sciences, Texas A&M University,College Station, Texas 77843, USA.

behavior of stomata in a leaf can affect the photosynthetic rate if water is not limited. Although Cowan and Farquhar (1977) have suggested that stomata may optimize gas exchange by maintaining a constant ratio of water loss against carbon assimilation, this balance may be jeopardized by an impact of high temperature. As temperature be raised, stomatal aperture will be stimulated due to the increase of the metabolic activity within the guard cells and the leaf as a whole. Beyond the range of optimal temperature stomata opening reduced as cell damage occurs.

Taniyama *et al.* (1987) reported that stomatal aperture of all cultivars of the tested rice plants reached a maximum at about midday both at active tillering stage and panicle initiation stage. Whereas, Ishihara and Saitoh (1987) and others (Tenhunen *et al.*, 1987; Turner *et al.*, 1978) have identified a midday depression of leaf gas exchange, especially in a hot, dry fine day and to those plants that are regularly subjected to drought. Yang and Heilman (1990b) observed a diurnal change of stomatal movements in the leaves of rice plants grown under controlled environment. Few researches have yet monitored the diurnal variations of stomatal movements of rice plants during the course of heat stress. Also, there is little information on the effect of a short-term high temperature, occurring at either vegetative or reproduvtive phase, upon the seasonal changes of stomatal behaviors in rice plants.

A serise of experiments were conducted in this study to examine the correlations between high temperature and stomatal movements in well-watered rice plants. The impact of a short period of heat stress to the long term stomatal behaviors was also investigated. This paper is emphasized on such effects imposing at the vegetative stage.

Materials and Methods

Plants of rice variety Lemont (Bollich *et al.*, 1984, 1985) were grown in opaque plastic containers (.25m diameter,. 20 m height, 0.049 m^2 surface area), filled with fritted clay. Three plants were grown per pot, with even space, and irrigated with nutrient solutions (see Yang and Heilman, 1990a). The plants were irrigated in excess twice a day, early morning and late afternoon, to keep the soil saturated. They were flushed with distilled water, every 7 days during the vegetative growth phase and every 3 days during the reproductive growth phase, to avoid salt accumulation. The pots were plugged in the center so that extra water was drained from the soil after irrigation.

The rice plants were grown as groups in a controlled-environment growth chamber with circulated ambient air (day/night temperatures 30 C/20 C ; relative humidity 55—70%/95—100%; CO_2 concentration 330—430 ppm).The daylength was 12 hours (0800—2000 h) with a PPFD (photosynthetic phonton flux density) of about 680 μmole m^{-2} s^{-1}. Wind speed was about 0.8 m s^{-1}. They were rotated periodically to ensure uniformity within the chamber.

When reaching the leaf 7 (L7) stage, plants were moved to an assimilation cabinet for 8-day temperature treatments (25C and 35 C),and then returned back to the growth chamber and grown to maturity. The assimilation cabinet was set for a photoperiod of 12

hours (0800—2000 h) and constant day/night temperatures (25C/25C or 35C/35C) and absolute humidity. Average wind speed was about 1 m s^{-1}. The average value of PPFD at the top of the cabinet, about 1 300 μmole m^{-2} s^{-1}, was provided by 'Ceramalux' lamps (Philips Corp., NJ; 400 W). Air timperature was measured by a dry- and wet-bulb psychrometer, which was placed adjacent to plant canopy and was controlled within $\pm$ 0.5 C.

The leaf stage (plant age) was assessed by the emergence of the primary leaf on the main culm (Yoshida, 1981). For example, when the 8th primary leaf emerges from the main culm, the plant is said to be at leaf 7 (L7) stage. Heading stage is the time period from the first day to the seventh day from heading; the R-1 (R1) stage is the time period from the 8th to the 14th day from heading, and so on. Stomatal (leaf) diffusive resistance was measured in the middle portion of the youngest fully expanded primary leaves by a porometer (MK3, Delta-T Devices, England). For diurnal data, the first measurement was taken at 0800 h, the onset of photoperiod, and the measurements were continued every two hours until 2000 h, the end of daytime hours. Stomatal conductance, the inverse of stomatal resistance, was used for analysis throughout this study. The mean values and standard deviations were taken from the averages of each group;at least four groups for each mean value.

Results

When plants were transferred from the growth chamber (day/night temperatures 30 C /20 C) to the assimilation cabinet (25 C/25 C), stomatal conductances declined until the fifth day of treatment (Figs. 1 and 2) as a result of changing growth. However, a reversed result was shown until the fifth day when plants were transferred to high temperature (35 C/35 C) cabinet (Fig. 2). There were considerable differences of stomatal conductance between the two temperature levels. Nevertheless, diurnal variations of stomatal conductance were observed in both treatments though data from 25 C were less distinctive than 35 C. Conductance was greatest at about 1400 h, the middle of photoperiod, during the treatment periods.

Monitoring of the diurnal variations of stomatal conductance after the treatments, from Leaf 8 stage to R-4 stage (Figs. 3 and 4), showed that temperature effects between treatments may extend up to Leaf 13 stage. This result is more clearly discerned from the conductances measured at 0800, 1400 and 2000 h as a function of stage of development as shown in figs. 5, 6 and 7. It was also shown that stomatal diffusive conductances declined after heading as plants aged.

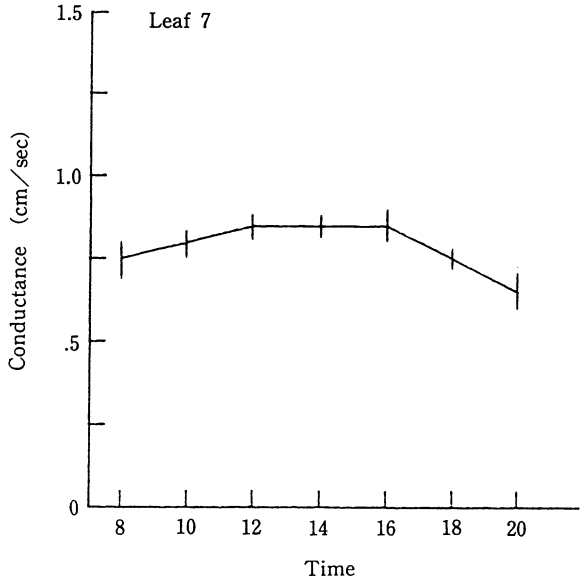


Fig 1. Stomatal conductances of Primary leaf 7 measured in the growth chamber (day/night temperatures 30 C/20 C) at the Leaf 7 stage. The measured primary leaf was the youngest fully expanded leaf. Standard deviation is included.

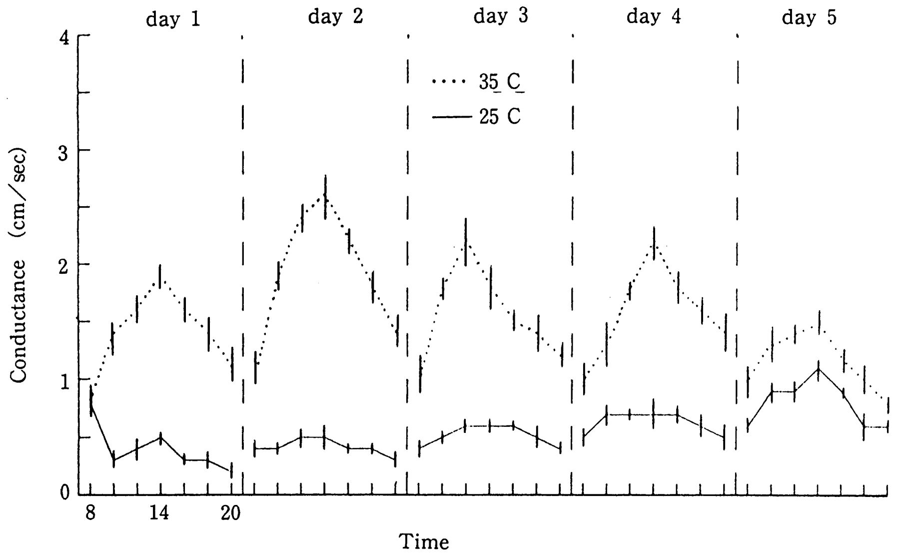


Fig 2. Effects of temperature treatments (35 C and 25 C) at the Leaf 7 stage on the diurnal changes of stomatal conductances of the 7th primary leaf. The measured primary leaf was the youngest fully expanded leaf. Standard deviation is included.

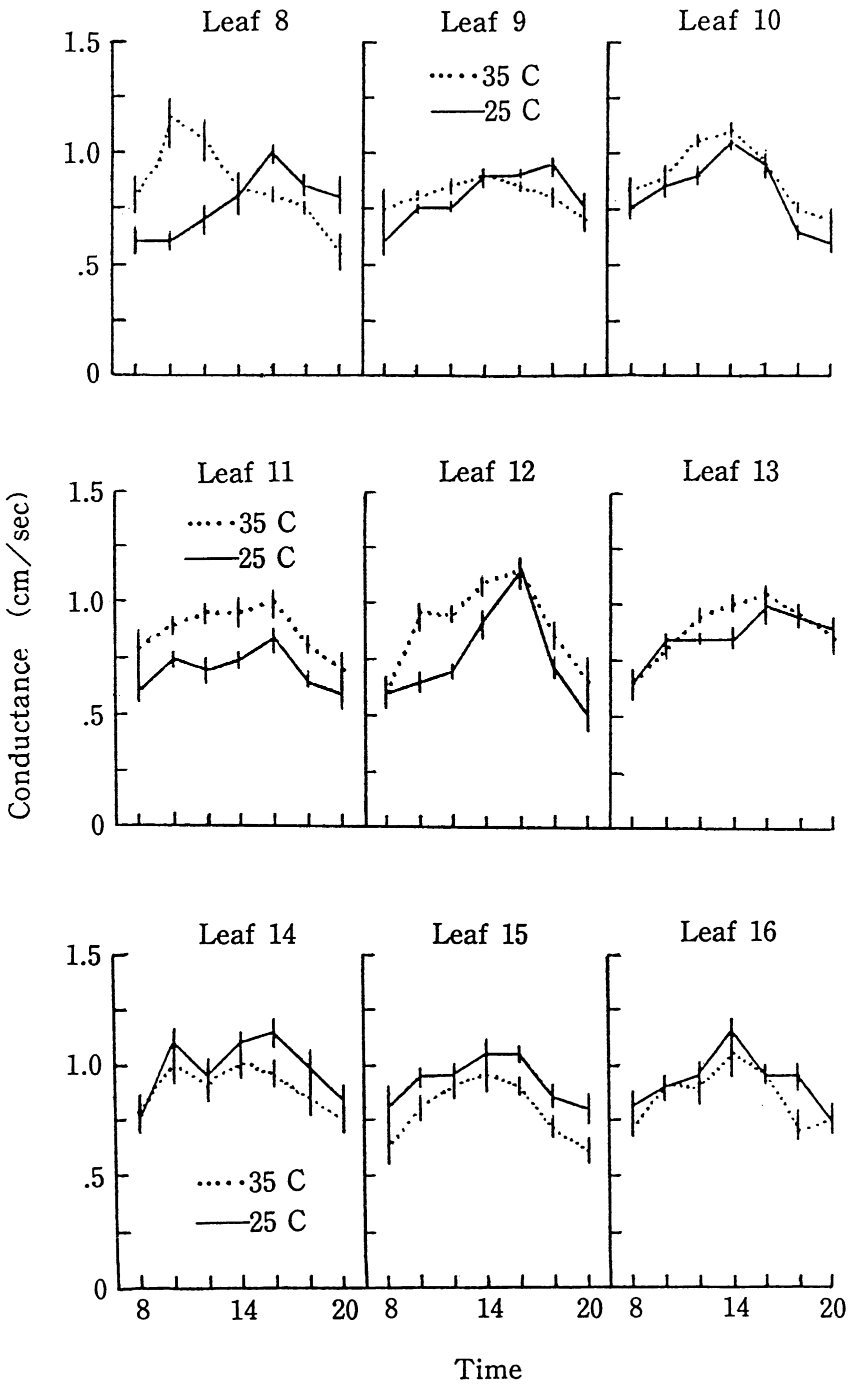


Fig 3. The diurnal changes of stomatal conductances of the primary leaves 8 to 16 as affected by 8-day temperature treatments imposed at the Leaf 7 stage. The measurements were taken at the corresponding stages. Standard deviation is included.

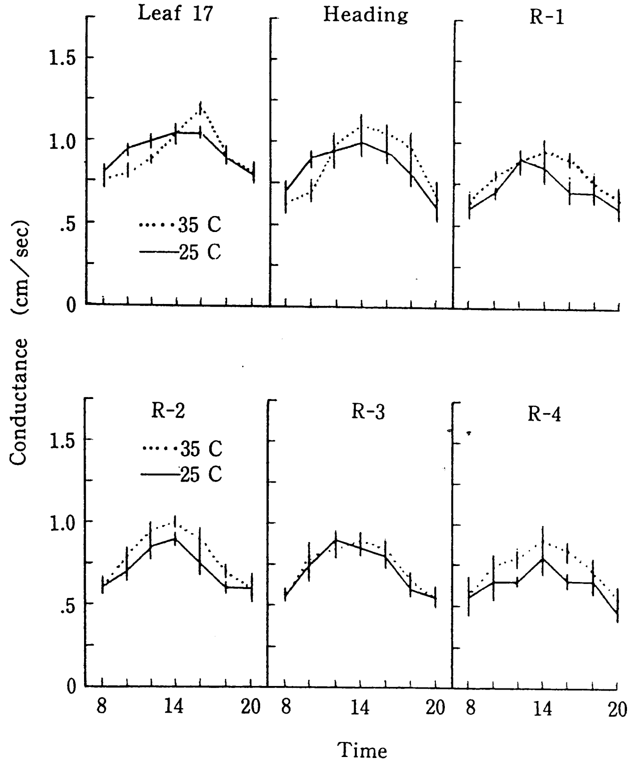


Fig 4. The diurnal changes of stomatal conductances of the 17th primary leaf at the leaf 17, heading,the R-1,the R-2, the R-3, and, the R-4 stages, as affected by 8-day temperature treatments imposed at the Leaf 7 stage. Standard deviation is included.

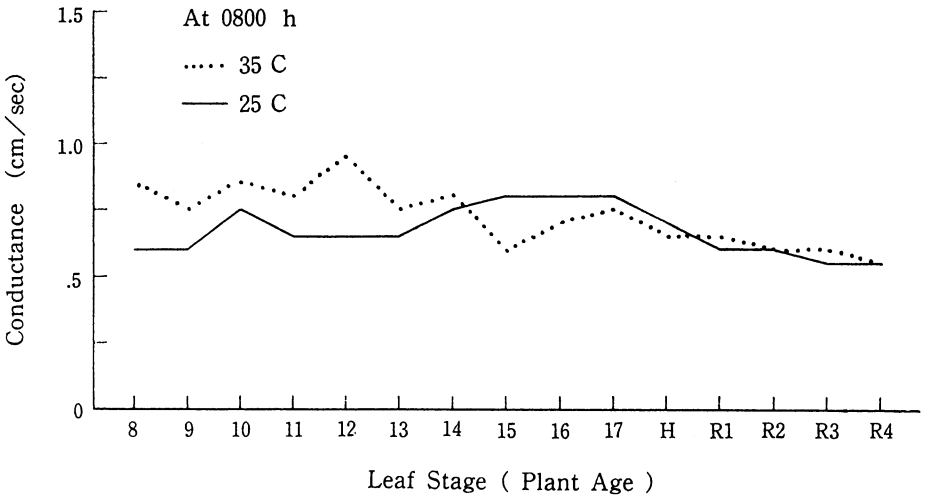


Fig 5. Stomatal conductances at 0800 h as functions of temperature and leaf stage (plant age).

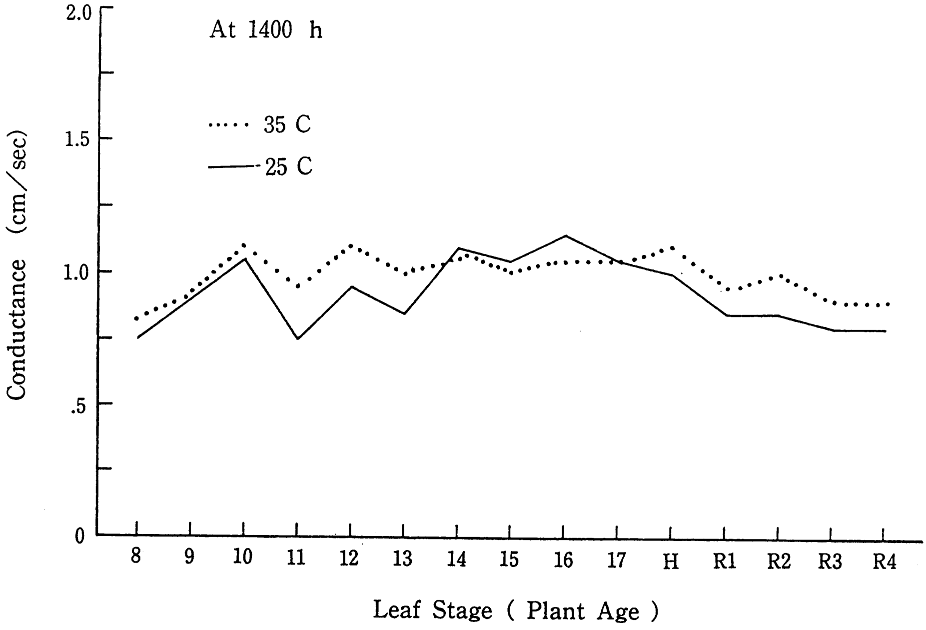


Fig 6. Stomatal conductances at 1400 h as functions of temperature and legf stage (plant age).

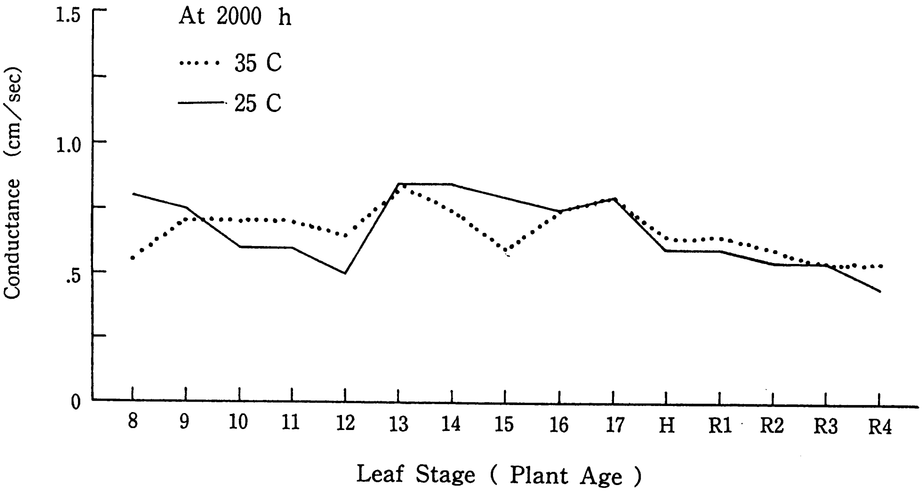


Fig 7. Stomatal conductances at 2000 h as functions of temperature and legf stage (plant age).

Discussion

Diurnal changes of stomatal movements were observed in rice plants under controlled environment. Whereas, stomatal opening was stimulated at 35 C though diurnal patterns were preserved. This behavior is similar to rice grown under natural conditions (Tenhunen *et al.*, 1987) and also for field-grown rice varieties (Kawamitsu and Agata, 1987; Ishihara and Saitoh, 1987). As Willmer (1983) pointed out, increased stomatal conductance due to high temperature may enhance gas exchanges in favor of photosynthesis and evaporative cooling of the leaf and improve the transpiration stream for ion uptaks and transport. However, the demand for metabolic activities, the loss of water in increasing transpiration rate, and the damage to cells and growing processes may offset the advantages and result in a detrimental effect, especially when such heat stress is prolonged.

The relationship between leaf conductance and net photosynthesis is closely correlated (Wong *et al.*, 1979; Korner *et al.*, 1979). From linear regression, a close correlation between stomatal conductance and photosynthetic rate was found in rice plants (Kawamitsu and Agata, 1987). The same conclusion was also made by others (Ishihara and Saitoh, 1987; Ishii *et al.*, 1977). More works, however, need to be done to elucidate increase of stomatal conductance in relation to the counterbalance of photosynthesis and respiration during treatment period.

The phenomenon known as midday stomatal closure was not observed in this case, which may be due to a well-watered plants and the control of absolute air humidity in the growth chamber. Taniyama *et al.* (1987) reported similar results in the tested rice cultivars, while Ishihara and Saitoh (1987) showed that leaf stomatal aperture of rice plant decreased in fine day with high evaporative demand under submerged condition in the field.

Effects of 8-day temperature treatments on stomatal behavior was found to extend up to leaf 13 stage. The result was more clearly discerned at 0800, 1400 and 2000 h. Whether such effects have a significant impact upon growth and development of rice plants needs to be further studied. The decrease of conductances after heading is no surprise since the senescence of the measured leaf as well as plant canopy was in progress.

References

1. Bollich, C. N., B.D. Webb, M.A. Marchetti, J.E. Scott and J.W. Stanesl. 1984. Lemont characteristics and performance. In : The semidwarf-A New Era in Rice Production. p. 2—10. The Texas Agric. Exp. Sta., College Station,Texas, USA.
2. Bollich, C.N., B.D. Webb, M.A. Marchetti, and J.E. Scott. 1985. Registration of Lemont rice. Crop Sci. 25 : 833—885.
3. Cowan, I.R. and G. D. Farquhar. 1977. Stomatal function in relation to leaf metabolism and environment. In : Integration of Activity in the Higher Plant. Soc. Exp. Biol. Symp. 31:471—505.
4. Ishihara, K, nad K. Saitoh. 1987. Diurnal courses of photosynthesis, transpiration, and diffusive conductance in the single-leaf of rice plants grown in the paddy field under submerged condition. Japan. J. Crop Sci. 56 : 7—17.

5. Ishii, R., R. Ohsugi and Y, Murata. 1977. The effect of temperature on rates of photosynthesis, respiration and the activity of RuDP carboxylase in barley, rice and maize. Japan. J. Crop Sci. 46 : 516—523.

6. Kawamitsu, Y. and W. Agata. 1987. Varietal differences in photosynthetic rate, transpiration rate and leaf conductance for leaves of rice plants. Japan. J. Crop Sci. 56 : 563—570.

7. Korner, C., J. A. Scheel and H. Bauer. 1979. Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants. Photosynthetica 13:45—82.

8. Taniyama, T., M. L. N. Rao, S. V. Subbauah and K. Ikeda. 1987. Cultivation and ecophysiology of stomatal aperture in some rice cultivars of India. Japan. J. Crop Sci. 56:226—231.

9. Tenhunen, J. D., R.W. Pearcy and O.L. Lange. 1987. Diurnal variations in leaf conductance and gas exchange in natural environments. In : Stomata Function. p.323—351. E. Zeiger, G.D. Farquhar and I. R. Cowan, eds. Stanford University Press, Stanford, California.

10. Turner, N. C., J. E. Begg, H. M. Rawson, S. D. English and A. B. Hearn. 1978. Agronomic and physiological responses of soybean and sorghum crops to water deficits. III. Components of leaf water potential, leaf comductance, $^{14}CO_2$ photosynthesis, and adaptation to water deficits. Aust. J. Plant Physiol. 5 : 179—194.

11. Willmer, C. M. 1983. Stomata. p. 6—27. Longman, London.

12. Wong, S. C., I. R. Cowan and G. D. Farquar. 1979. Stomatal conductance correlates with photosynthetic capacity. Nature 282 : 424—426.

13. Yang, C-M. and J. L. Heilman. 1990a. Study of leaf area as function of age and temperature in rice (*Oryza sativa* L.). J. Agric. Res. China 39 : 259—266.

14. Yang, C-M. and J. L. Heilman. 1990b. Diurnal and seasonal stomatal behaviors of rice plants grown in controlled environment. Chinese Agron. J. 1 : 147—156.

15. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. p. 11—112. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

短期高溫處理對水稻氣孔表現之效應. I. 營養生長時期[1]

楊純明[2] James L. Heilman[3]

摘　要

本文旨在控制環境下探討水稻（*Oryza sativa* L.）營養生長期間短期高溫處理（35°C，8天）後氣孔運動之季節性表現，並調查處理期間氣孔每日週期性變化，以瞭解和評估高溫對水稻氣孔行爲及生理上之影響。結果顯示，高溫雖然提高氣孔傳導度，但不影響其每日週期性變化。氣孔傳導度在中午達到最高點，因此所謂午間氣孔部份關閉現象並未發現。結果亦顯示，營養生長初期（第7葉齡期）短期（8天）溫度處理之效應可達至第13葉齡期。至幼穗形成期時，氣孔傳導度顯著升高，此一結果可能爲植株追求高光合成需要所產生之自身調節，且不受第七葉齡期短期高溫處理之影響。本試驗同時證明，水稻葉片在控制環境下具有氣孔運動。

關鍵詞：高溫處理，氣孔行爲，水稻，*Oryza sativa* L.，營養生長期間，控制環境。

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1574 號。
2. 本所農藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 美國德州農工大學土壤暨作物系副教授。美國　德州　大學城。

Short-term High Temperature Effects on Stomatal Behaviors of Rice Plants. II. Occurring at the Grain-filling Stage[1]

Chwen-Ming Yang[2] and James L. Heilman[3]

Abstract : Effects of a short period (8 days) of high temperature (35 C), relative to 25 C, occurring at the grain-filling stage (from the 8th to 15th day from heading) on stomatal behaviors of rice plants (*Oryza sativa* L.) were studied under controlled environment. The results showed that high temperature stimulated the opening of stomata yet preserved the diurnal pattern of stomatal variations during the course of treatment. A near parallel fashion between the curves of temperature treatments was observed and the difference was most distinguished in the middle part of photoperiod, After treatments, heat-treated plants had lower stomatal conductances until harvest. This phenomenon may affect carbon balance and grain-filling processes and hence yield production.

Key words : high temperature effect, stomatal behavior, conductance, rice, *oryza sativa* L., grain-filling stage.

Introduction

Many features of leaf structure and physilogical functions alter as leaf ages. Stomatal conductance also varies with plant age and leaf position and the intricated effects of envirinmental variables (Jones, 1979; Turner and Heichel, 1977;Yang and Heilman, 1990b). Yang and Heilman (1990b) further found that the diurnal patterns of stomatal behavior of rice were shown in the seasonal fashion. This may be the result of an accumulated wax barrier and polysaccharide substances in guard cells and leaf layers as the plant ages (Palevitz, 1981; Willmer, 1983).

In the previous report (Yang and Heilman, 1990a), it was identified that stomatal conductances of rice plants were elevated by high temperature during treatment period in the vegetative stage. Temperature effects may extend up to Leaf 13 stage, or 45 days after treatment.

There is still the need, however, for detailed observations of diurnal changes of stomatal movemnents upon heat stress in rice during the grain-filling period, information of which

1. Contribution No. 1575 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). Part of this work was a portion of senior author's Ph.D. dissertation.
2. Agronomist, Department of Agrononmy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.
3. Associate professor, Department of Soil & Crop Sciences, Texas A&M University, College station, Texas 77843, USA.

is required to clarify the role of stomata in carbon balance and yield production. Also, little in known about short period high temperature occurring at the grain-filling stage to the long-term effect of stomatal movements. Such information can provide some insights into effects of short period heat stress on stomatal behaviors in the life span of rice plants, which is often the case in the field.

Materials and Methods

Rice plants Lemont (Bollich et al., 1983, 1984) were grown in controlled-environment growth chamber until the appropriate stage before temperature treatments. The growing procedures and the growth conditions of growth chamber and asssimilation cabinet were described in details in the previous report (Yang and Heilman, 1990a). When reaching the R-1 stage, plants were moved to an assimilation cabinet for 8-day temperature treatments (day/night temperatures 35 C/35 C and 25 C/25 C), and then returned back to the growth chamber and grown to maturity.

Heading stage is defined as from the first day to the 7th day from heading (one week); the R-1 stage is the time period from the 8th to the 14th day from heading, and so on. Stomatal (leaf) diffusive resistance was measured in the middle portion of the uppermost fully expanded primary leaf by a porometer (MK3, Delta-T Devices, England). For diurnal data, the first measurement was taken at 0800 h, the onest of photoperiod, and the measurements were contimued every two hours until 2000·h, the end of daytime hours. Stomatal conductance, the inverse of stomatal resistance, was used throughout this study, The mean values and standard deviations were taken from the averages of each group; at least four groups for each mean value.

Results and Discussion

Despite the heat shock, the diurnal patterns of stomatal conductance were identified in both temperature treatments as shown in Fig. 1. A parallel fashion for stomatal conductances was observed between the curves during most of the daytime hours. High temperature produced higher stomatal conductances yet preserved diurnal variations. Such behaviors are similar to the results in the vegetative stage as previously reported (Yang and Heilman, 1990a). Yang and Heilman (1990b) and others (Martin and Meidner, 1971;Martin et al., 1983) demonstrated the viewpoint that stomatal movement is under endogenous controls, expressed in a circadian rhythm of opening and closing. In this series of studies, it further showed that stomatal opening is stimulated at 35 C yet the diurnal pattern of stomatal variations is preserved. both in the vegetative and the reproductive stages.

When transferred back to the growth chamber with a day/night temperatures of 30 C/20 C, however, stomatal conductances for the 35 C were lower than those of the 25 C treatment until harvested (Fig. 2). The difference between temperature treatments was more discernable at 1400 h (Fig. 3). The results were in contrast to the results reported in the vegetative stage (Yang and Heilman, 1990a). Since old and existing leaves senesced at a greater speed after high temperature treatment, relative to 25 C treatment, it is not surprised that lower conductances were observed in the heat-treated plants. Yang and Heilman

(unpublished data) found that, in the long run, short-term heat stress in the vegetative stage may not affect yield while heat stress during grain-filling may dramatically reduce yield. Differences in physiological mechanisms, such as gas exchange, carbon balance and root functions, and in morphological and reproductive modifications, such as agronomic and yield characteristics, between temperature treatments and between growth stages are therefore should be examined for a full picture.

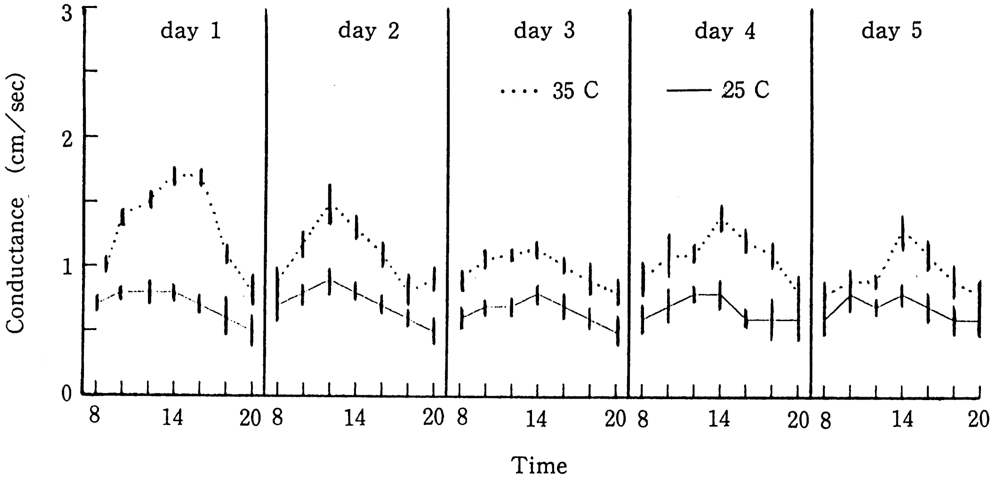


Fig 1. Effects of temperature treatments (35 C and 25 C) at the R-1 stage on the diurnal changes of stomatal conductances of the uppermost fully expanded primary leaf. Stanard deviation is included.

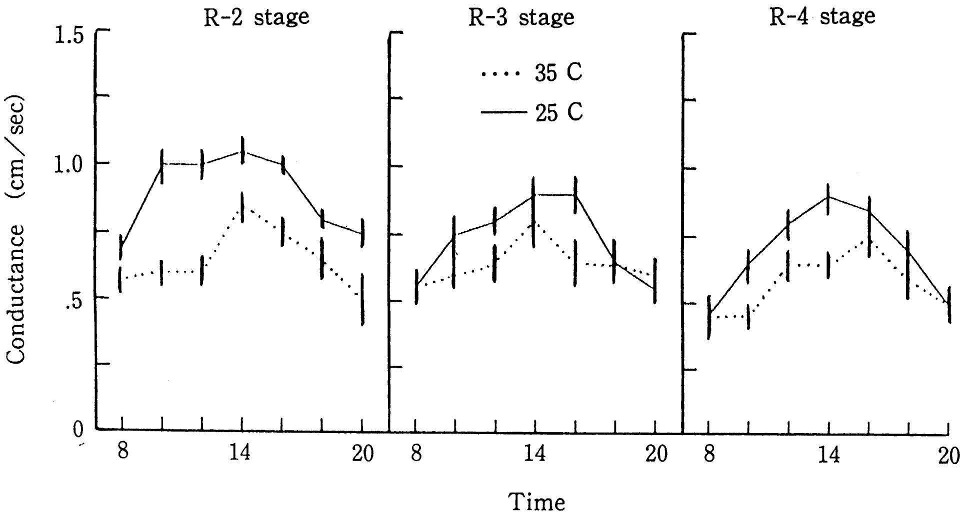


Fig 2. The diurnal changes of stomatal conductances of the uppermost fully expanded primary leaf in the R-2, the, R-3,and the R-4 stages as affected by 8-day temperature treatments imposed at the R-1 stage. Standard deviation is included.

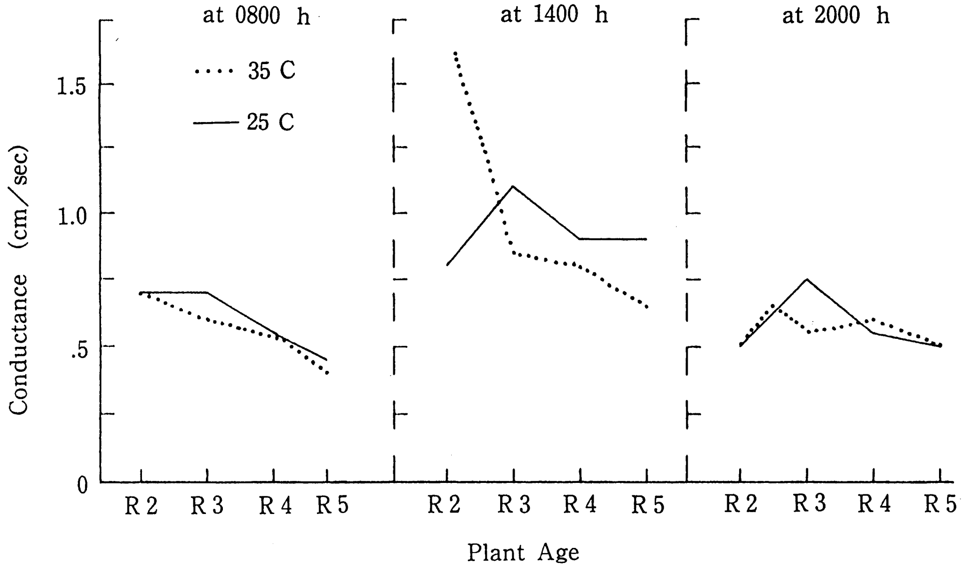


Fig 3. Stomatal conuctances at 0800, 1400, and 2000 h as functions of temperature and plant age.

As a result, stomatal movements of rice plants are sensitive to temperature changes both in the vegetative and the reproductive phases. Theoretically, stomata are important in regulating water vapor and carbon dioxide exhange and, hence, transpiration and photosynthesis. The physilogical importance of their functions, however, is dependent on the balance between conesrving water and conesrving maximal production as well as the interactions between stomata and environmental variables (Jones, 1987).

References

1. Bollich, C.N., B.D. Webb, M.A. Marchetti, J.E. Scott, and J.W. Stansel. 1984. Lemont characteristics and performance. In : The Semidwarf-A New Era In Rice Productin. p. 2–10. The Texas Agri. Exp. Sta., College Station, Texas, USA.
2. Bollich, C.N., B.D. Webb, M.A. Marchetti, and J.E. Scott. 1985. Registration of Lemont rice. Crop Sci. 25: 883–885.
3. Jones, H.G. 1979. Stomatal behavior and breeding for drought tolerance. In : Stress Physiology In Crop Plants. p. 407–428. H. Mussel and R.C. Staples, eds. John Wiley & Sons, New York.
4. Jones, H.G. 1987. Breeding for stomatal characters. In : Stomata Function. p. 431—443. E. Zeiger, G.D. Farquhar, and I.R. Cowan, eds., Stanford Univ. Press, Stanford, California.
5. Matin, E.S. and H. Meidner. 1971. Endogenous stomatal movements in *Tradescantia virginiana.* New Phytol. 70 : 923—928.
6. Martin, E.S., M.E. Donkin, and R.A. Stevens, 1983, Stomata. p. 10—28. Edward Arnold, London.
7. Palevitz, B.A. 1981. The structure and development of stomatal cells. In : Stomatal Physiology. p.1—23. P.G. Jarvis and T.A. Mansfield. eds. Cambridge Univ. Press, Cambridge/London.

8. Turner, N.C. and G.H. Heichel. 1977. Stomatal developmemnt and seasonal changes in diffusive resistance of primary and regrowth foliage of red oak (*Quercus rubra* L.) and red maple (*Acer rebrum* L.). New Phytol. 78: 71—81.
9. Willmer, C.M. 1983. Stomata. p. 6—27. Longman, London.
10. Yang, C-M. and J.L. Heliman. 1990a. Short-term high temperature effects on stomatal behaviors of rice plants. I. Occurring at the vegetative stage. J Agric. Res. China 40:233—242.
11. Yang, C.-M. and J.L. Heilman. 1990b. Diurnal and seasonal stomatal behaviors of rice plants grown in controlled environment. Chinese Agron. J. 1:147—156.

短期高溫處理對水稻氣孔表現之效應
II. 穀粒充實期[1]

楊純明[2] James L. Heilman[3]

摘　要

本試驗在控制環境下，觀測水稻（*Oryza sativa* L.）穀粒充實期間短期高溫處理（35°C，8天）對於氣孔運動之影響，並探究溫度處理後氣孔之表現。結果顯示，高溫提高處理期間之氣孔傳導度，但不影響其每日週期性之行爲，此一溫度處理間（25°C及35°C）之差異呈現平行趨勢，而以光期中段相差最大。短期高溫亦造成處理後氣孔傳導度之降低，直至收穫爲止。該現象對碳素平衡與穀粒充實，乃至產量，產生深遠影響。本試驗同時發現，穀粒充實期間水稻葉片在控制環境下經溫度處理後仍具有氣孔運動。

關鍵詞：高溫處理，氣孔行爲，水稻，*Oryza sativa* L.，穀粒充實期，控制環境

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1575 號。
2. 本所農藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 美國德州農工大學土壤暨作物系副教授。美國　德州　大學城。

中 華 農 業 研 究

第四十卷　　第 二 期

中華民國八十年六月出版

發 行 人：杜 金 池

總 編 輯：廖 慶 樑

編審委員：

農藝組：盧 煌 勝（主審）
呂 秀 英　陳 一 心　劉 大 江　劉 新 裕
蔡 新 聲

園藝組：蕭 吉 雄（主審）
沈 再 發　林 昭 雄　施 昭 彰　徐 信 次
曹 幸 之　陳 敏 祥　劉 政 道

農化組：連　深（主審）
張 淑 賢　劉 慧 瑛

植病組：蔡 財 旺（主審）
林 正 忠　程 永 雄　彭 金 騰　蔡 武 雄
簡 錦 忠

昆蟲組：羅 幹 成（主審）
李 錫 山　何 琦 琛　鄭　允　鄭 清 煥

農機組：梁 連 勝（主審）
陳 加 忠　顏 欽 崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 40, No. 2 June 1991

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORIAL BOARD :

S. Lian (Agri. Chemistry)
K. C. Lo (Applied Zoology)
H. S. Lu (Agronomy)
T. W. Tsay (Plant Pathology)
C. H. Shaw (Horticulture)
L. S. Liang (Agri. Machinery)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

S. S. Chang	M. S. Chen	Y. S. Chen	C. H. CHeng
Y. Cheng	Y. H. Cheng	C. C. Chen	C. C. Her
H. S. Lee	J. J. Lin	J. S. Lin	D. J. Liu
J. D. Liu	S. Y. Liu	H. I. Liu	H. S. Tsay
H. Y. Lu	J. T. Peng	T. F. Shen	J. J. Shy
S. T. Shyu	S. J. Tsao	W. H. Tsai	C. C. Yen

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

Vol. 40, No.2 June 1991

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

The Development of the Paddy Stalk—Cutting Device Attached to a Cultivator for Rice Ratoon Culture ··························C. H. Lai, C. S. Chen, C. H. Yang and D. J. Liu···115

Behaviour of Nitrogen Absorbed at Various Growth Stages Associated with Grain Production in Maize ···S. Lian and G. P. Chang···123

A study on the Tractor—mounted Peanut Harvester ·······································C. C. Chen, L. H. Lu and T. H. Chow···133

The study on the ERH Properties for Peanuts ·······································C. C. Chen, C. T. Tsao and C. C. Lai···145

The Development of an Automatic Hog Waste Turner for Making Manure ···C. T. Tan···161

In Vitro Propagation of *Zingiber Zerumbet* Smith ·······································J. Y. Hsu, C. C. Yeh and H. S. Tsay···171

Regional Trials of Promising Potato Clones ························S. J. Tsao, P. C. Chen, S. P. Lee and H. C. Liu···178

Rapid Bioassay of Pesticide Residues (RBPR) on Fruits and Vegetables················C. S. Chiu, C. H. Kao and E. Y. Cheng···188

The investigation of Insect and Other Animal Pests on Sponge Gourd and Their Seasonal Occurrence in Southern Taiwan ··············H. C. Wen, F. M. Lu and H. H. Hao···204

Regional Trial on the Yield Performance and Adaptability of Hybrid Rice Strains ························C. C. Chen, C. S. Huang, H. Y. Lu, F. C. Lin, B. K. Tsay, C. T. Kuo, S. L. Chueng, T. C. Kuo, C. J. Hu, M. C. Cheng and L. F. Lee···209

The polyembryony and Identification of Zygotic Seeellings of Lemon (*Citrus limon* [L.] Burm. f.) ·················A. S. Hwang···225

Short-term High Temperature Effects on Stomatal Behaviors of Rice Plants. I. Occurring at the Vegetative Stage ··································C. M. Yang and James L. Heilman···233

Short-term High Temperature Effects on Stomatal Behaviors of Rice Plants. II. Occurring at the Grain-filling Stage ························C. M. Yang and James L. Heilman···243

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號

中華郵政中臺字第〇三〇九號登記為雜誌交寄